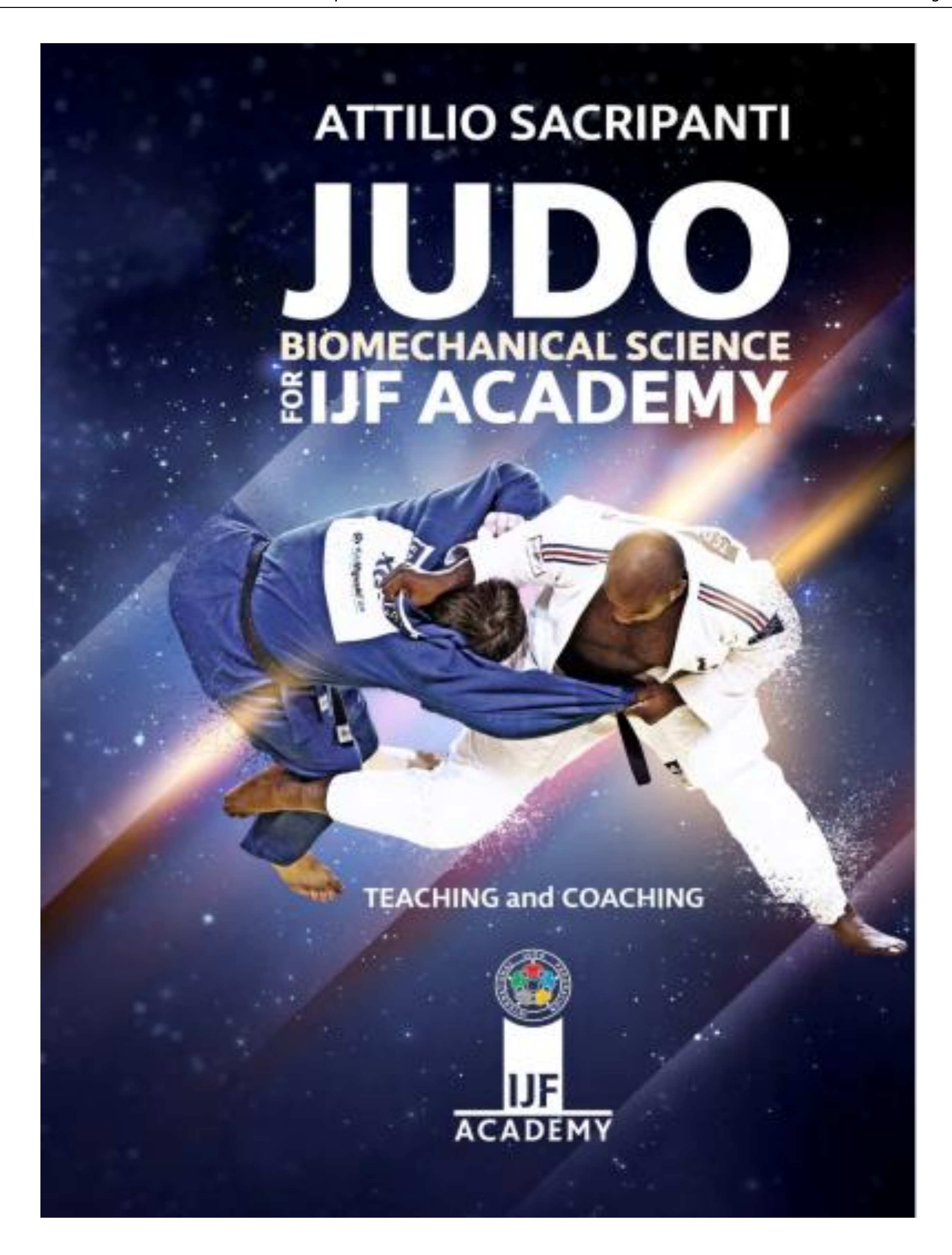

ATTILIO SACRIPANTI
JUDO
BIOMECHANICAL SCIENCE
FOR IJF ACADEMY
TEACHING and COACHING
IJF
ACADEMY

JUDO

Ciencia y Biomecánica para el Judo

(Edición especial)

IJF Academy Edition 2021

ISBN: 978-99957-1-518-2

Tabla de contenido

Judo Biomechanics on the Tatami



El autor durante una lección técnica práctica de biomecánica de judo Ne Waza hace treinta años en Italia



El autor con "Gennaro Kano" (mascota) en el Máster de posgrado Tor Vergata de la EJU, FIJLKAM, University of Roma Tor Vergata postgraduate Master held in Roma 2011-2013



El autor, ganador del Primer Premio Científico Europeo en el Campeonato Europeo de Judo Senior (Lisboa 2021).

An annotated guide to ten different book's lectures

I.1-I.1.11 =***Essential in Biomechanics***
I.1.12= ***Talent Identification***
I.2-I.2.5-VII.4= ***Advances in Biomechanics***
V.4 =***Worldwide Biomechanical studies on throws***
II-III-V-VI= ***Classic and Modern Judo***
I.1.2.1-IV.1-IV.1.2-IV.2 = ***Conditioning Classical Principles and New Trend***
IV.3.1.2.1-IV.3.1.2.2 = ***Technical teaching (Children-Adult)***
VII = ***Coaching for competition (Male and Female)***
VIII-IX = ***High-Level Coaching I&II and Match Analysis***
App. I+ App. II+ App. III+ App. IV = ***Advanced Non-Linear Mathematical Lectures***.
App. V+ App. VI = ***Complex Multidisciplinar Safety Analysis applied to judo***.

I, II, VIII = Chapters
1,2,3….10 = Paragraphs
App I, II, III = Appendix

Agradecimientos

Muchas gracias:

A Envic Galea, presidente de la Academia de la FIJ, quien me encargó la preparación de esta edición especial como libro de texto de la Academia.

A mis amigos en el mundo de la ciencia y el judo: el Prof. Baudry de la Universidad Libre de Bruselas (Bélgica); los Profs. Sertic y Segedi de la Universidad de Zagreb (Croacia); Patric Roux de Francia; el Prof. Kaijmovic de la Universidad de Sarajevo (Serbia); el Prof. García García de la Universidad de Toledo; los Dres. Vicente Carratala Deval y Eduardo Galán Palla de la Federación Gallega de Judo; y el Dr. Dopico Calvo Xurxo de la Universidad de La Coruña (España); por su inestimable ayuda en la actualización científica de este libro; y, finalmente, al Dr. Akitoshi Sogabe, PhD de la Universidad de Konan (Japón); por su apoyo y sugerencias sobre consejos de entrenamiento para el judo femenino.

A mi amiga, la Sra. Alida Cassol, por el largo y arduo trabajo en la edición de esta edición especial. A mis amigos de Judo: Alfredo Monti, 8.° Dan, y Nicola Tempesta, 9.° Dan, excampeón europeo (fallecido en 2021), por las charlas prácticas y profundas sobre Judo.

Y a mi esposa Valeria por su apoyo.

Attilio Sacripanti

Prólogo

Por el Sr. Marius L. Vizer
Presidente de la Federación Internacional de Judo (FIJ)

La Academia se fundó en 2013 para servir a nuestras Federaciones Nacionales de Judo en el desarrollo profesional del judo. Buscamos constantemente a los mejores expertos en judo y ciencias del deporte. Solicitamos al profesor Attilio Sacripanti, destacado experto en biomecánica del judo, que nos comparta sus investigaciones en este campo de las ciencias del deporte.

Desde 1988, el profesor Sacripanti ha estudiado el judo en todas sus formas de física. Por lo tanto, la reseña de su famoso libro, publicado originalmente en italiano, resultará de gran utilidad para nuestros entrenadores y alumnos.

En su última edición, nos complace que haya añadido temas interesantes y de gran utilidad para la enseñanza del judo, especialmente para nuestra Academia.

Agradecemos todos los años que el Dr. Sacripanti ha dedicado a nuestro deporte.

Marius Vizer

Presidente

Federación Internacional de Judo



Mensaje de Envic Galea,
Presidente de la Academia de la FIJ

Conocí a Attilio en los años 80 durante un Seminario Nacional Italiano de Arbitraje de Judo en Roma, en la Domus Maria, donde ambos eramos Árbitros Nacionales. Fui invitado por la Federación Italiana de Judo. Nos hicimos amigos y me impresionó de inmediato el profundo conocimiento científico de Attilio en Biomecánica del Judo y Ciencias del Deporte.

Mantuvimos el contacto a lo largo de los años. Colaboramos en numerosos seminarios de judo, principalmente cuando era Director de Educación de la EJU. Yo había promovido la colaboración de la Comisión Médica y los Entrenadores de Judo. Attilio siempre se las arreglaba para preparar presentaciones excepcionales y con respaldo científico sobre todos los temas que tratábamos.

El amor de Attilio por el judo y su experiencia en biomecánica contribuyeron enormemente al desarrollo científico de nuestro deporte.

Los estudios sobre ciencia y judo son la base de nuestra Academia de la FIJ. Por lo tanto, era evidente que, tarde o temprano, su trabajo sería muy útil. Ya había leído su primer libro sobre biomecánica del judo, publicado originalmente en italiano. Así que le pregunté si podría preparar un libro de texto sobre biomecánica, especialmente para los estudiantes de nuestra Academia de la FIJ.

Creo que ha creado una excelente colección. Estoy seguro de que este libro será apreciado por nuestros exalumnos, entrenadores de judo e investigadores de todo el mundo.

Envic Galea

Presidente

Academia de la FIJ



Introducción a la Edición Especial de la Academia 2021

"Las ramas crecen gracias a las raíces sanas."

Han pasado once años desde la segunda edición en inglés de mi libro sobre Biomecánica del Judo. Aquí estamos, con la tercera edición especial, completamente ampliada y revisada. El mundo del judo ha cambiado drásticamente en los últimos años, y más aún desde la primera edición en italiano hace casi cuarenta años.

Gracias al Sr. Marius Vizer, presidente de la FIJ, el judo olímpico es ahora el tercer deporte olímpico patrocinador. Doscientos países están bajo la bandera olímpica del judo, una espléndida evolución desde sus Juegos Olímpicos de 1964.

Sin embargo, gracias a la visión dinámica del Sr. Envic Galea y a los Comités de la EJU, el componente científico del judo también crece en importancia y aplicación.

Japón cuenta con un grupo activo de investigadores, y eminentes investigadores están presentes en muchos países, como Brasil con Francini, Miarka, Boscolo Del Vecchio, etc. Nosotros con Imamura y Matsumoto, Corea con Kwon, Kim y Cho. Sin embargo, es Europa la que mostró el aumento más drástico en los estudios sobre judo, con el desarrollo de investigaciones interesantes en muchos países como Bélgica, Bosnia-Herzegovina, Croacia, Francia, Alemania, Italia, Polonia, Portugal, Rusia, Serbia y España, con investigadores de renombre como, entre otros: Adam, Blais, Baudry, Busch, Callan, Carratala, Challis, Chalmet, De Blasis, Dopico Calvo, García García, Heinish, Kaijmovic, Monteiro, Paillard, Pierantozzi, Roux, Segedi, Sertic, Sterkowicz, Thiers, Trilles y Vieten.

Todas estas investigaciones fueron acompañadas por un emocionante proyecto propuesto por el exsecretario general de la EJU, Envic Galea, de Malta.Él Organizó un centro de enseñanza para profesores y entrenadores de judo, basado en seis niveles, con la colaboración de las universidades inglesas de Bath y Anglia Ruskin en Cambridge. En la Universidad italiana de Roma Tor Vergata, el autor organizó y dirigió un Máster Internacional con certificación ISO 9001, el título más alto de la EJU. Actualmente, toda la cualificación de entrenadores se ha transferido a la Academia de la FIJ. Durante estos años, la ciencia mundial cambió drásticamente. Los científicos partieron de una perspectiva simple en física y biomecánica, adoptando un enfoque orgánico-sintético.

Hoy en día, la influencia sinérgica de muchas ramas de la ciencia converge en el conocimiento completo del atleta, visto como un sistema complejo.

Sin embargo, este fuerte crecimiento de la ciencia solo fue posible gracias a que las raíces del judo eran sanas y profundas en el mundo. Además, hoy en día, el árbol es significativo, y las ramas ayudan a que las raíces crezcan cada vez más profundamente en el mundo.

Ahora es el momento de desarrollar el aspecto final del judo que Jigoro Kano previó en su contexto: **educar a los jóvenes a través de este deporte para que sean mejores ciudadanos**.

Introducción a la Edición en Inglés de 2010

“Raíces muy fuertes para un árbol tan grande.”

El místico comprende las raíces del judo, pero no sus ramas; el científico comprende las ramas del judo, pero no sus raíces. La ciencia no necesita del misticismo, y el misticismo no necesita de la ciencia, pero un judoka perfecto necesita ambos.

Esta frase se encontraba en la introducción de la primera edición.

Después de veinte años, es posible ver que el Árbol del Judo es enorme, con poderosas raíces y ramas que cubren el mundo. Sin embargo, ¿por qué un extraño “Juego del Pijama”, nacido en un país pequeño, ¿alcanzó una difusión global tan considerable? Primero, la imponente acción de Kano en el mundo se extendió en torno a su primitiva "Pelea de Pijamas", y luego, la entrada en los Juegos Olímpicos (Tokio 1964) en relación con la "tragedia" de la derrota de Akio Kaminaga contra Anton Geesink, que transformó la "pelea" en "juego" en los Juegos Olímpicos de Mónaco de 1972.

El "Juego de Judo" también encaja con la otra idea de Kano: el desarrollo personal de este deporte es una herramienta para desarrollar no solo capacidades físicas, sino también resiliencia mental y autodisciplina. Además, la predicción de Kano, a través de Jita Kyo Ei (bienestar mutuo y beneficio para todos), el segundo pilar del Judo; el primero fue la máxima eficiencia en el esfuerzo invertido.

Todo esto se refiere a las raíces correctas y poderosas que este japonés supo dar a su creación: el Ju Do. Bien, hablamos de las sólidas raíces de este extraño "Juego de Pijamas", pero ¿qué hay de sus ramificaciones? Si escuchas el discurso de los expertos japoneses de judo, podrías escuchar solo palabras sobre las raíces. Pero si lees a Yokoyama, en su transcripción de las lecciones del Dr. Kano en "Judo Kyohan", puedes leer: "*En cuanto al entrenamiento físico, el judo es importante porque el cuerpo en desarrollo también proporciona la capacidad técnica para luchar, ...en cuanto a las técnicas de combate. El judo es superior porque cada parte del cuerpo funciona de acuerdo con las leyes fisiológicas. La aplicación de fuerzas concuerda con los principios de la mecánica. ...finalmente, la mente funciona de acuerdo con la psicología".* En otro capítulo sobre el equilibrio corporal, Yokoyama escribió*: "Se pueden aplicar muchas pruebas matemáticas eruditas para explicar este problema ... pero preferimos explicarlo con el simple ejemplo del movimiento de un palo en el espacio*...".

Esto significa que las ramas, o la metáfora: el conocimiento científico del judo estaba presente entre los fundadores y los primeros estudiantes de judo. Después de eso, omitieron el conocimiento científico durante mucho tiempo. Sin embargo, cuando Japón se preparaba para la primera participación del judo en los Juegos Olímpicos, el pueblo japonés, el Instituto Kodokan y todas las universidades japonesas realizaron un esfuerzo considerable para revitalizar las ramas del judo. Oficialmente, desde 1958 hasta 1963, el primer y segundo informe del Boletín de la Asociación para los Estudios Científicos del Judo, Kodokan, contienen un estudio biomecánico científico completo sobre el judo.

Bajo la dirección de Risei Kano y la supervisión científica del Dr. Michio Ikai y el Prof. Yoshizo Matsumoto, se puede leer sobre: estrangulación, cinética de los lanzamientos, metabolismo energético en los lanzamientos, acondicionamiento físico, aptitud física, estudios sobre lanzamientos con respecto a la distribución del peso corporal, estudios electromiográficos de lanzamientos, estudios sobre llaves de brazo, etc. Tras la preparación olímpica, no solo se conocieron las raíces, sino que también se estudiaron las ramas con mayor profundidad. Estos y otros estudios se plasmaron en un fascinante libro japonés de Y. Matsumoto, "Judo Coaching", nunca traducido a países occidentales. Actualmente, el judo es un deporte olímpico de renombre mundial. Todos los países aportan contribuciones originales a sus ramas para mejorar el conocimiento y la ciencia del entrenamiento al servicio de los atletas.

Este libro es mi segunda pequeña contribución al amado Judo: un árbol enorme y hermoso con raíces fuertes.

Introducción a la Edición Italiana de 1988

Zen, Física y Judo.

A primera vista, estas tres "Vías" parecen muy diferentes, sin un punto de contacto, tres conceptos diferentes… con un enorme abismo entre ellas. Sin embargo, si las estudiamos más a fondo, en su esencia, podemos encontrar similitudes y relaciones insospechadas que las vinculan estrechamente, más de lo que parece a simple vista.

El objetivo del Zen y la Física es dar a conocer el misterio de la vida a través de dos vías muy diferentes: la primera, el método "místico" o la forma de la "percepción irracional"; la segunda, el enfoque "científico" o el estado de la "percepción racional".

El Zen es una "Vía de Liberación" que libera al hombre de las frivolidades y la transitoriedad provisional, permitiéndole, mediante la "percepción irracional", alcanzar el "satori" (iluminación). Un estado en el que cuerpo y mente se funden en una completa armonía con el universo entero. Tras alcanzar la iluminación, la vida y las acciones cotidianas fluyen con naturalidad y sencillez, siguiendo las reglas naturales.

Por esta razón, Po Chang definió el Zen como: «Cuando tengas hambre, come; cuando estés cansado, descansa». La difícil tarea reside en recuperar la naturalidad que se ha relajado. La conocida frase zen lo indica: "Antes de estudiar Zen, las montañas eran montañas y los ríos, ríos; mientras estudias Zen, las montañas no son más montañas ni los ríos, ríos; pero cuando alcanzas el Satori, las montañas vuelven a ser montañas y los ríos siguen siendo ríos".

La física es una "vía intelectual" que libera los fenómenos de los adornos del movimiento y las fuerzas parásitas. Permite al hombre obtener un "mapa conceptual" del mundo mediante la intuición racional. Limitada, esquemática y aproximada, la herramienta explica el misterio de la realidad que lo rodea y lo encierra.

Están superando los límites del mundo visible y adentrándose cada vez más en el corazón de la realidad subatómica. La física moderna alcanza hoy una visión desconcertante, similar a la que obtuvieron los místicos hace unos dos mil años.

Una visión "orgánica" absorbe las teorías mecánicas newtonianas y su determinismo asociado. El observador y los fenómenos del universo deben ser un todo armonioso. El judo, "la vía suave", es una Actividad que, tras la experiencia zen, puede utilizarse para entrenar la mente y captar el satori. Aplicando la física, el conocimiento puede utilizarse para obtener la victoria en la competición.

El Judo de alto nivel es una expresión de simplicidad y espontaneidad; en otras palabras, en él residen las características de la investigación Zen. La maestría en el Judo requiere una ejecución perfecta, que solo se logra cuando la técnica no es conocimiento, sino que se une a la espontaneidad. ¿Puedes comprender el conocimiento físico del Judo? Al igual que los místicos y los científicos, partiendo de perspectivas opuestas, ahora han llegado a un punto de vista similar. Es posible estudiar el Judo desde una perspectiva científica para comprenderlo con mayor profundidad. Si lees el libro de Yokoyama y Oshima, "Judo Kyohan", puedes encontrar estas palabras: "*En cuanto al entrenamiento físico, el Judo es importante porque, al desarrollar el cuerpo, también proporciona la capacidad técnica para el combate; en cuanto a las técnicas de combate, el Judo es superior porque cada parte del cuerpo funciona de acuerdo con las leyes fisiológicas, la aplicación de las fuerzas concuerda con los principios de la mecánica; finalmente, la mente funciona de acuerdo con la psicología*".

A partir de estas palabras, es posible afirmar que los místicos comprenden las raíces del Judo, pero no sus ramificaciones. Los científicos comprenden las ramas del judo, pero no sus raíces. La ciencia no necesita misticismo, y el misticismo no necesita ciencia, pero un judoka perfecto necesita ambos.

Por esta razón, intento ofrecer a todos los amantes del judo una visión científica del mismo para contribuir al conocimiento científico del judo.

Parte I

Biomecánica para el deporte moderno

Capítulo 1. Biomecánica

Índice de contenido

1.1 Biomecánica Clásica

La biomecánica implica la descripción precisa del movimiento humano y el estudio de las causas del movimiento humano. El estudio de la biomecánica es relevante para el ejercicio en muchas profesiones. El entrenador que enseña la técnica de movimiento y el entrenador utilizan la biomecánica para analizar cualitativa o cuantitativamente los movimientos. El estudio de la biomecánica requiere una comprensión de la estructura de los sistemas musculoesqueléticos y sus propiedades mecánicas y su profunda interconexión con el sistema nervioso central y las influencias ambientales en los atletas.

La mecánica es la rama de la física que mide el movimiento de los objetos, encuentra las fuerzas y explica las causas de ese movimiento. El conocimiento de la mecánica de los movimientos del judo permite a los entrenadores comprender esos movimientos, desarrollar ejercicios de entrenamiento específicos y cambiar las técnicas de movimiento para mejorar el rendimiento. La mayoría de los estudios de biomecánica deportiva se basan en modelos de cuerpo rígido del sistema esquelético. La mecánica de cuerpos rígidos se puede dividir en estática y dinámica. La estática estudia objetos en reposo o en movimiento uniforme (constante) mientras que la dinámica es el estudio de las cosas que se aceleran por la acción de las fuerzas. La biomecánica en judo se basa en la mecánica newtoniana. Si estudiamos los lanzamientos, las asfixias, las palancas de brazos, los agarres y otros movimientos técnicos "simples", la Mecánica Estadística y la teoría del Chaos deben analizar el combate

. (véase el Apéndice I). Sin embargo, con una buena aproximación, la mayoría de las aplicaciones del judo están acotadas en el campo de la Dinámica Clásica y por otro lado, la dinámica (cinética) se ocupa de determinar las fuerzas de

movimiento. Ejemplos de variables cinéticas en el judo son las fuerzas entre los pies y la colchoneta o las fuerzas de empuje de los agarres. La comprensión de estas variables le da al entrenador el conocimiento del buen o mal desempeño de las causas del judo (entre otras).

1.1.1 Atleta biomecánico

En Biomecánica, la fuerza de acción del hombre es la fuerza que puede aplicar al medio externo por los puntos de trabajo del cuerpo (por ejemplo, los agarres, o los pies sobre la colchoneta). Los puntos de contacto de los cuerpos extraños transmiten tanto movimiento (momento lineal e impulso cinético) como energía (movimientos de traslación y rotatorio). La descripción anatómico-fisiológica de estas acciones motoras, como las actividades óseas y musculares, sería un reto. Considérese que 200 segmentos óseos forman el esqueleto y que sobre ellos actúan más o menos 1000 músculos organizados en sistemas y grupos individuales. Esta dificultad exige una simplificación. A nivel óseo se considera que segmentos rígidos están conectados por bisagras. En la acción muscular, el resultante de esa abstracción se denomina "Atleta Biomecánico". Se moverá sólo en términos de rotación recíproca entre sus partes como el cuerpo humano real.

Definimos en esta óptica al "Atleta Biomecánico". Lo visualizamos como "Un sólido de geometría variable y simetría cilíndrica. Este cuerpo puede asumir diferentes posturas, normalmente situadas en equilibrio inestable en el campo gravitacional, sobre una superficie plana con fricción. Este Atleta Biomecánico puede producir por articulaciones sólo rotaciones definidas."

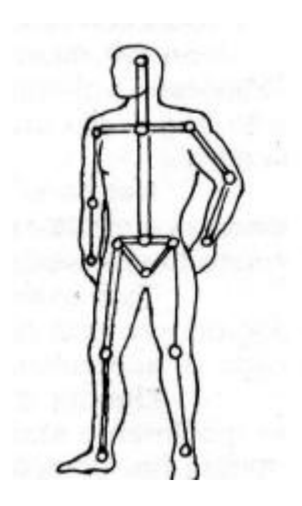



Figura 1.1.1.a. Atleta biomecánico

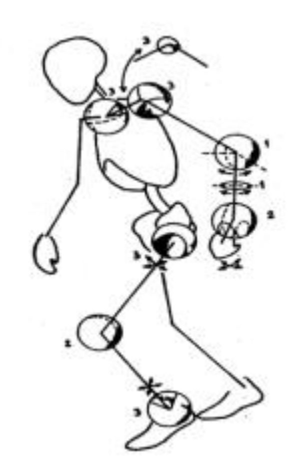


Figura 1.1.1.b. Grados de libertad de las articulaciones

A partir de esta definición, es posible enunciar una simple consideración muy fácil pero no mundialmente conocida. El atleta biomecánico (como un hombre) sólo puede producir rotaciones articulares definidas; se traducirá de un teorema bien conocido: "Condición necesaria y suficiente, para que una serie de rotaciones de movimiento conjunto produzca una traslación, será que la suma de ángulos relativos debe ser cero. Para producir una rotación. La suma de los ángulos relativos de las articulaciones debe ser diferente de cero".

Sin embargo, es esencial conocer las articulaciones por su movimiento potencial, por medio de su grado de libertad; En esa función, es posible tener:

1. Articulaciones con un grado de libertad: toda la diartrosis puede moverse en un plano, como solo el codo o la extensión de la flexión de los dedos.

2. Articulaciones con dos grados de libertad: toda la diartrosis puede moverse en dos planos ortogonales como la rodilla en el plano sagital flexión-extensión y rotación en el plano frontal. Alternativamente, de nuevo, el codo

puede producir flexión-extensión y en el plano ortogonal pronación-supinación. El tobillo del pie produce movimientos en el plano sagital (flexión-extensión) y en el frontal (inversión y eversión).

3. Articulaciones con tres grados de libertad: las diartrosis que pueden producir el máximo número de movimientos, dos traslaciones y una rotación; son las articulaciones del cuello, los hombros y la cadera.

Las contracciones musculares producen movimientos articulares. Físicamente hablando, las articulaciones son bisagras que se mueven por una resultante de fuerzas musculares. Cualquiera que sea el tipo de inserción de músculos y tendones en los huesos, durante el movimiento (contracción isotónica), uno de los insertos de los tendones en la cabeza del músculo es fijo y el otro es móvil. El resultado es el movimiento del hueso en el que se une la inserción del tendón móvil. La mecánica de la palanca regula los diferentes tipos de movimiento, con la junta de conexión como punto de apoyo. Sin embargo, debemos recordar que los gestos deportivos son movimientos complejos de sistemas de palancas producidos por las acciones sinérgicas de los grupos musculares.

A partir de la Fisiología, se sabe que cada movimiento proviene de la cooperación de tres categorías funcionales musculares.

1. Músculos agonísticos que luchan contra las resistencias e inician el movimiento

2. Músculos antagónicos que equilibran y rompen la acción agonística

3. Músculos de fijación que garantizan la estabilización de los huesos dando la fijación adecuada para el movimiento

En la práctica, los músculos periarticulares pueden actuar tanto agonísticos como antagónicos. Su estado de tracción puede cambiar el grado de libertad, de tres a un grado de libertad produciendo movimiento en una dirección específica y con la velocidad necesaria. En las articulaciones con dos o tres grados de libertad, la técnica deportiva se aplica mediante la secuencia de músculos que trabajan. Por lo general, la contracción agonística da la dirección del movimiento. El antagonista proporciona velocidad, pero al determinar movimientos complejos como los lanzamientos de judo, la función de los músculos podría cambiar con el tiempo. Este intercambio de roles se debe a que no es posible un equilibrio perfecto de las contracciones en cada músculo, a menos que se produzca un acondicionamiento y entrenamiento prolongado y constante que fluya en la aplicación más económica y práctica de la técnica del judo, siguiendo el pensamiento de Kano de *máximo esfuerzo con el mínimo gasto energético*

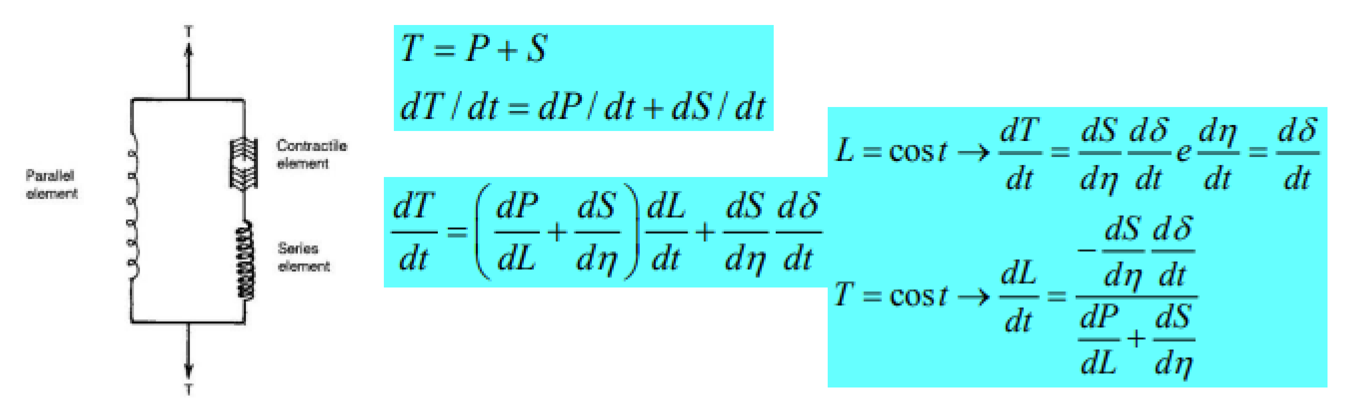
1.1.2 Neurociencia del Sistema Muscular.

Los mecanismos de la columna vertebral, que evolucionaron en los vertebrados primitivos, están siendo estudiados para determinar el grado en que los circuitos espinales pueden recuperar la función postural y locomotora primaria después de una parálisis severa. Los movimientos más complejos que realizamos, incluidos los voluntarios que requieren una planificación consciente, implican el control de estos mecanismos básicos de la columna vertebral por parte del cerebro. Los científicos apenas están comenzando a comprender las complejas interacciones entre las diferentes regiones del cerebro durante los movimientos voluntarios, principalmente a través de cuidadosos experimentos con animales. Un área importante del cerebro responsable del movimiento voluntario es la corteza motora. Esta área del cerebro ejerce un control dominante sobre la médula espinal a través del control directo de sus neuronas motoras alfa. Algunas neuronas de la corteza motora especifican la acción coordinada de muchos músculos para producir el movimiento organizado de una extremidad hacia un punto en el espacio. Otros parecen controlar solo dos o tres músculos funcionalmente relacionados, como los de la mano o el brazo, que son importantes para un movimiento fino y hábil. Además de la corteza motora, el control del movimiento implica la interacción de muchas otras regiones del cerebro. Esta área incluye los ganglios basales, el tálamo, el cerebelo y muchos grupos de neuronas ubicados dentro del mesencéfalo y el tronco encefálico, regiones que envían axones a la médula espinal. Los científicos saben que los ganglios basales y el tálamo tienen amplias conexiones con las áreas motoras y sensoriales de la corteza cerebral. El cerebelo recibe información

directa de todos los receptores sensoriales de la cabeza y las extremidades, y de la mayoría de las áreas de la corteza cerebral. El cerebelo actúa integrando toda esta información para garantizar la coordinación de la acción del músculo liso, lo que nos permite realizar movimientos hábiles como técnicas de lanzamiento de judo de forma automática. Pruebas considerables indican que el cerebelo nos ayuda a ajustar la potencia motora para hacer frente a las condiciones cambiantes, como el crecimiento y los cambios de peso. Ajusta la salida motora para que sea adecuada a los requisitos específicos de cada nueva tarea. La capacidad de ajustar nuestra fuerza, lanzando a un adulto o a un niño, depende del cerebelo. Sin embargo, tanto para movimientos simples como complejos como mover un dedo o lanzar a un adversario, no solo podemos encontrar neuronas activas en el área de la corteza motora de ese dedo, sino también neuronas en las regiones corticales de otros dedos. La representación de toda la mano en la corteza motora participa incluso en actos simples, como mover un dedo. Además, de nuevo, la corteza total participará en la realización de un lanzamiento.

1.1.2.1. Calentamiento y biomecánica del sistema muscular

La parte más importante de un atleta biomecánico es su sistema músculo-esquelético porque los músculos son el motor de todas las acciones aplicadas durante la pelea. Estos motores son muy complejos (véase el párrafo 1.2.1), pero las propiedades mecánicas macroscópicas son bien conocidas desde hace mucho tiempo. Es posible, por ejemplo, recordar las dos leyes experimentales de Borelli o las leyes de Rouvier. En definitiva, seguiremos tanto en los músculos como en los ligamentos menos reconocidos, también esenciales en la mecánica articular durante las acciones motoras. El modelo matemático del músculo vino de Maxwell. Con este modelo, es posible construir la ecuación constitutiva de la mecánica muscular y obtener una contracción isométrica (longitud constante) e isotónica (tensión constante).



T = Tensión; P = contribución paralela; S = contribución serial; L = longitud muscular

Fig 1.1.2.a. Modelo del músculo según Maxwell

Características mecánicas de los músculos

La fuerza de un músculo varía y puede describirse mediante tres características mecánicas. Estas características tienen que ver con las variaciones de la fuerza muscular debido a las diferencias en la velocidad, la longitud y el tiempo en relación con la activación

Relación fuerza-velocidad

La conocida ecuación de la relación fuerza-velocidad (Hill) $(v + b)(F + a) = b(F_0 + a)$ explica cómo la fuerza muscular completamente activada varía con la velocidad. Esta actividad es la característica mecánica más importante porque las tres acciones musculares (excéntrica, isométrica, concéntrica) se reflejan en las acciones del judo.

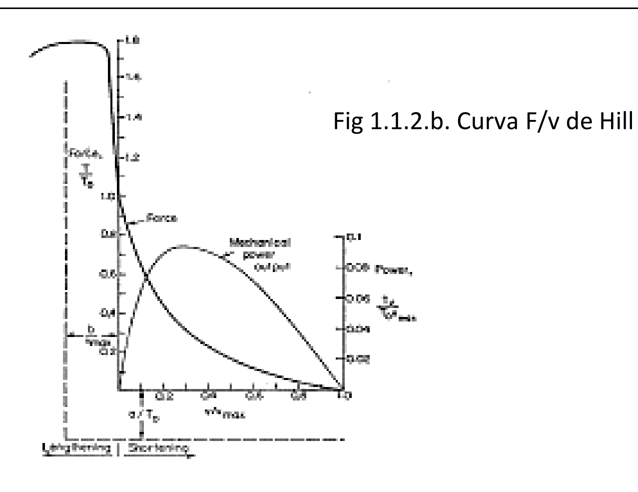


Fig 1.1.2.b. Curva F/v de Hill

V = velocidad de contracción

F = fuerza muscular

Fo = Fuerza isométrica máxima

a, b, = constante

Relación fuerza-longitud

La relación fuerza-longitud documenta cómo varía la tensión muscular en diferentes longitudes musculares. La variación en la tensión muscular potencial a diferentes longitudes musculares también afecta la forma en que se crea el movimiento.

Relación Fuerza-Tiempo

La relación fuerza-tiempo se refiere al retraso en el desarrollo de la tensión muscular y puede expresarse como el tiempo que transcurre desde el potencial de acción motora hasta el aumento o pico de la tensión muscular. La relación fuerza-tiempo a menudo se conoce como el retraso electromecánico en los estudios electromiográficos (EMG). Este retraso en el desarrollo de la tensión muscular tiene implicaciones para la coordinación y regulación del movimiento. Los tendones hacen la conexión entre los músculos y los huesos. Sus propiedades elásticas están relacionadas con la transferencia de la contracción muscular y la optimización del par

, pero la guía del movimiento articular se basa en las propiedades del ligamento

Los ligamentos son tejidos conectivos resistentes que conectan los huesos para guiar y limitar el movimiento de las articulaciones. La mayoría de las articulaciones no son bisagras perfectas con un eje de rotación constante. Tienden a tener pequeños movimientos accesorios y ejes de rotación móviles que estresan los ligamentos en varias direcciones. Las fibras de colágeno dentro de los ligamentos no están dispuestas en paralelo como en los tendones, sino en varias direcciones. A medida que el hueso, los ligamentos y tendones se remodelan de acuerdo con las tensiones a las que están sometidos. La capacidad del sistema musculoesquelético para adaptar las propiedades mecánicas de los tejidos a las cargas de actividad física requeridas por el judo garantiza un bajo riesgo de lesiones para las personas condicionadas. Pero cuando un individuo entrenado se empuja a sí mismo más allá de la capacidad fisiológica del tejido, el accidente está siempre presente. Vemos que una actitud similar es corriente en los deportes antes de que los pilotos calienten los motores de las carreras de autos. El motor musculoso necesita ser calentado.

Calentamiento

El calentamiento mejorará la efectividad del entrenamiento y debe realizarse antes de cada sesión de entrenamiento. Esto es fundamental para una práctica segura.

- Efectos fisiológicos directos:

    1. Liberación de adrenalina
        - Aumento de la frecuencia cardíaca
            - Permite que el oxígeno en la sangre viaje con mayor velocidad
            - Aumento de la producción de líquido sinovial ubicado entre las articulaciones para reducir la fricción, lo que permite que las articulaciones se muevan de manera más eficiente

- Dilatación de los capilares, permitiendo que el oxígeno de la sangre viaje a un mayor volumen, aumentando su tarea de lavado (ácido láctico y dióxido de carbono)

2. El aumento de la temperatura en los músculos
    - Disminución de la viscosidad de la sangre, lo que permite que el oxígeno en la sangre viaje con mayor velocidad
    - Facilita la actividad enzimática
    - Ayuda a la disociación del oxígeno de la hemoglobina
    - Disminución de la viscosidad dentro del músculo, aumentando ambas. extensibilidad y elasticidad de las fibras musculares y fuerza y velocidad de contracción
3. El aumento del metabolismo muscular
    - Suministro de energía a través de la descomposición del glucógeno
4. Aumento de la velocidad de conducción del impulso nervioso.

• Efectos psicológicos directos. Las fases más críticas para los jugadores de judo son:

1. Romper con las interferencias ambientales.

2. Enfriar la ansiedad y otras alteraciones emocionales

3. Recordar la tarea motriz aprendida

Saito, Kimura, Matuzaki, Masaki y Shinohara, realizaron un estudio específico sobre la efectividad de la intensidad del calentamiento en la práctica de judo. El propósito del estudio fue investigar la intensidad óptima del calentamiento para el ejercicio intermitente en judo. La carga máxima fue del 30%, 60% y 75% del consumo máximo de oxígeno. Los resultados fueron los siguientes. La condición del 60% fue la mejor para el valor de potencia más alto de la prueba de rendimiento mientras que las cargas con el 75% fueron los de más bajos resultados.

También se indicó que la carga del calentamiento del movimiento interválico no fue efectiva en el 30% o menos del consumo de oxígeno. Esta investigación demostró que la intensidad óptima del calentamiento del ejercicio intermitente fue el 60% del consumo máximo de oxígeno. Una consideración final sugiere que, como regla general, un calentamiento de intensidad media debería ser útil en la competición. Por el contrario, un calentamiento duro y un calentamiento de menor intensidad podrían no ser valiosos.

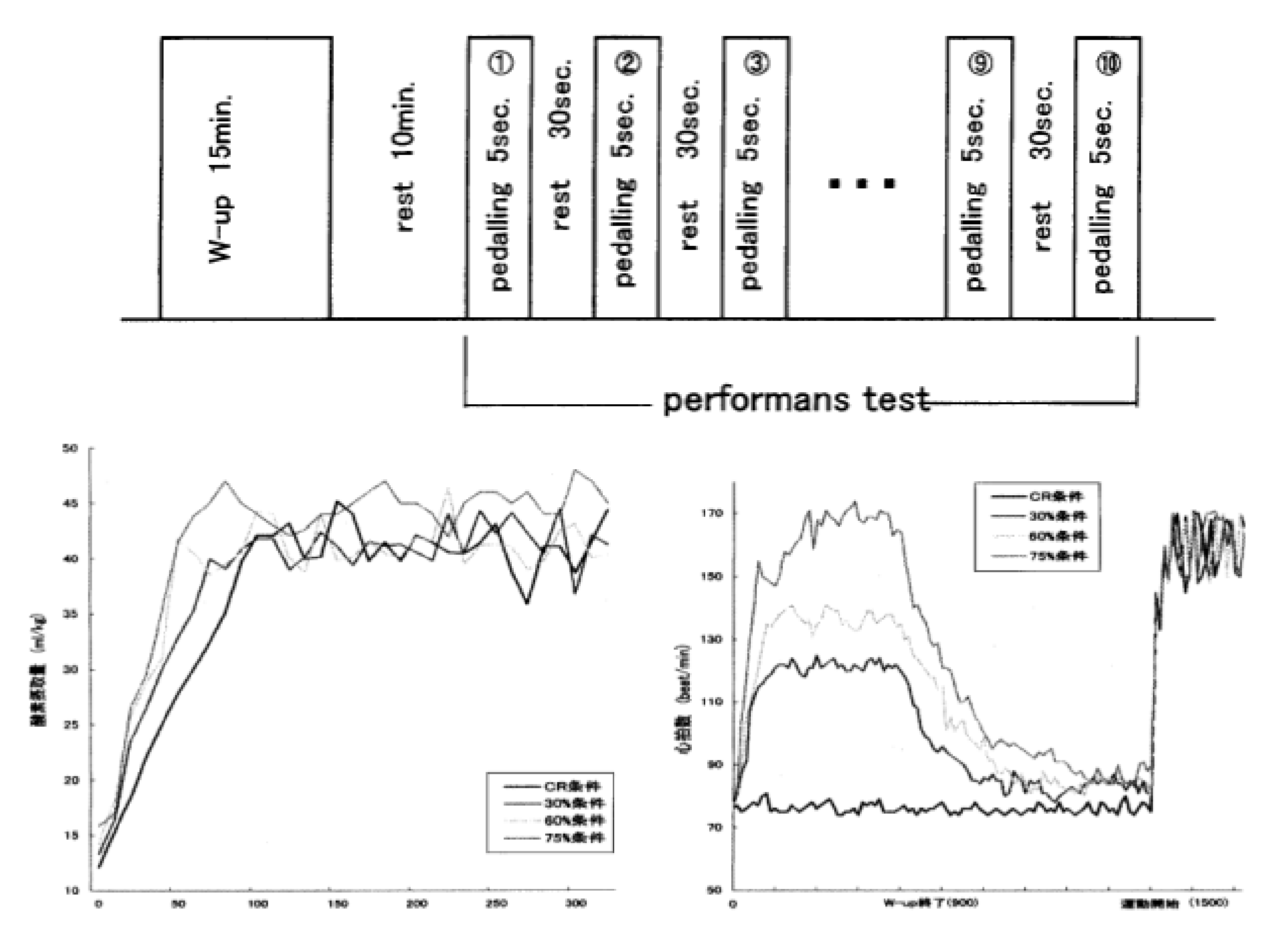


Fig 1.1.2.b,c Experiencias de Saito sobre resultados del calentamiento a diferentes intensidades.

1.1.3 Deformación Biomecánica del Atleta, Energía y Fatiga.

Deformaciones del deportista biomecánico.

Durante una actuación real de judo, el Atleta Biomecánico no puede considerarse un cuerpo rígido. Se debe analizar la complejidad del movimiento para evaluar el consumo de energía.

El cuerpo del deportista sufre algunas deformaciones que podrían clasificarse en tres familias:

1. Deformaciones posturales

   Las variaciones posicionales de las cadenas cinéticas, bajo fuerzas externas e internas.

2. Deformaciones musculares

   La variación muscular en longitud, diámetro y tensión bajo la activación de estímulos nerviosos utilizando energía química interna almacenada.

3. Deformaciones internas

   El desplazamiento pasivo de los fluidos orgánicos y los tejidos blandos bajo las aceleraciones y desaceleraciones del cuerpo, que producen fuerzas de fricción internas y pasivas.

Las deformaciones posturales nacen de los movimientos finalizados en las técnicas de judo. La energía del movimiento se desperdiciará en movimientos inadecuados durante las cadenas cinéticas por fricciones internas, viscosidades, inercia, etc. Los atletas biomecánicos desarrollarán energía mecánica mediante la transformación de energía química en los músculos.

Debido a que las fuentes de energía internas no son infinitas, el atleta biomecánico no puede verse como un sistema aislado. Sin embargo, debemos tener en cuenta los intercambios de energía entre el hombre y el medio ambiente (respiración, evaporación del sudor, emisión térmica, etc.). Todo esto se evalúa indirectamente por el consumo de oxígeno. El combustible nos da el consumo bruto de energía relacionado con la eficiencia de los movimientos.

Energía

Las últimas investigaciones avanzadas en bioquímica y biomecánica nos muestran que el sistema glucolítico no es lineal (ver Apéndice II). No obstante, el tratamiento que se muestra en este párrafo será clásico. La energía almacenada en los enlaces químicos del trifosfato de adenosina (ATP) se utiliza para la actividad de potencia muscular. Tres sistemas energéticos básicos logran la reposición de ATP en el músculo esquelético humano: (1) fosfágeno, (2) glucolítico y (3) oxidativo. Todos los procesos están interconectados, y su evolución en el tiempo es complicada. La mejor manera de tener una visión clara de la activación de los sistemas energéticos es mostrarlos de forma concisa y analítica.

El sistema anaeróbico

• Sistema de fosfágenos

– Proporciona ATP principalmente para actividades de alta intensidad a corto plazo (por ejemplo, sprint) y está activo al comienzo de todo ejercicio, independientemente de la intensidad

– Depósito de ATP, sobre eso hay algunas observaciones esenciales sobre el argumento

• El cuerpo no almacena suficiente ATP para la práctica del judo.

• Se necesita algo de ATP para la función celular primaria.

– El sistema de fosfágenos utiliza la reacción de la creatina quinasa para mantener la concentración de ATP.

– El sistema de fosfágenos repone el ATP rápidamente

•Glucólisis

– La glucólisis es la descomposición de los carbohidratos (glucógeno almacenado en el músculo o glucosa entregada en la sangre) para sintetizar ATP. El resultado de la glucólisis (piruvato) puede proceder en una de las dos direcciones siguientes:

1) El piruvato se puede convertir en lactato.
   a. La resíntesis de ATP ocurre a un ritmo más rápido, pero tiene una duración limitada.
   b. Este proceso a veces se denomina glucólisis anaeróbica (o glucólisis rápida).
2) El piruvato se puede transportar a las mitocondrias.
   a. Cuando el piruvato se transporta a las mitocondrias para someterse al ciclo de Krebs, la tasa de resíntesis de ATP es más lenta. Sin embargo, puede ocurrir durante más tiempo si la intensidad del ejercicio es lo suficientemente baja.
   b. Este proceso a menudo se conoce como glucólisis aeróbica (o glucólisis lenta).

- ***El sistema aeróbico (oxidativo)***

– Este sistema es la principal fuente de ATP en reposo y durante actividades de baja intensidad
– Utiliza hidratos de carbono y grasas principalmente como sustratos
– Interconectada a la glucólisis está la oxidación de glucosa y glucógeno (glucólisis aeróbica)

• El metabolismo oxidativo de la glucosa en sangre y el glucógeno muscular, que comienza con la glucólisis, conduce al ciclo de Krebs. (si el oxígeno está presente en cantidades suficientes, el producto final de la glucólisis, el piruvato, no se convierte en lactato, sino que se transporta a las mitocondrias, donde se absorbe y entra en el ciclo de Krebs).
• El ATP se produce a partir de ADP.

También es interesante destacar, para completar la información que el rendimiento energético de los procesos de glucólisis tanto a partir de la glucosa en sangre como del glucógeno muscular:

• La glucólisis de una molécula de glucosa en sangre produce una red de dos moléculas de ATP.
• La glucólisis a partir del glucógeno muscular produce una red de tres moléculas de ATP.

Como resultado, el sistema energético de fosfágenos suministra principalmente ATP para actividades de alta intensidad de corta duración, el sistema glucolítico para actividades de intensidad moderada a alta de corta a media duración y el sistema oxidativo para actividades de baja intensidad a largo plazo. El grado en que cada uno de los tres sistemas energéticos contribuye a la producción de ATP depende principalmente de la intensidad de la actividad muscular y, en segundo lugar, de la duración.

Algunas breves observaciones sobre el proceso de lactato y glucólisis.

La glucólisis conduce a la formación de lactato

• El resultado no es ácido láctico.

• El lactato no es la causa de la fatiga

• El lactato puede ser transportado en la sangre hasta el hígado, donde se convierte en glucosa. Este proceso se conoce como el ciclo de Cori.

– La glucólisis también conduce al ciclo de Krebs en el caso de la glucólisis oxidativa.

• El piruvato que entra en las mitocondrias se convierte en acetil-CoA.

• El acetil-CoA puede entrar en el ciclo de Krebs.

• Las moléculas de NADH entran en el sistema de transporte de electrones, donde también pueden utilizarse para sintetizar ATP.

– Umbral de lactato e inicio de la acumulación de lactato en sangre

• El umbral de lactato comienza entre el 50% y el 60% del consumo máximo de oxígeno en individuos no entrenados, y entre el 70% y el 80% en atletas entrenados.

• La aparición de lactato en sangre es un segundo aumento en la tasa de acumulación de lactato. Se produce a intensidades relativas más altas de ejercicio y cuando la concentración de lactato en sangre alcanza los cuatro mmol/L.

Fatiga

¿Se puede relacionar el lactato con la fatiga muscular?

Hoy en día, los científicos parecen tener más dudas al respecto. En todas las partes del mundo del deporte, el lactato se utiliza para indicar el estado de fatiga de los atletas. Sin embargo, en los límites de las investigaciones, todos los días, hay indicios de que la capacidad de lactato, como indicador de fatiga, no es correcta. Tradicionalmente se ha culpado al lactato de casi toda la fatiga muscular. Sin embargo, la evidencia científica reciente ha demostrado que esto es altamente improbable. La segunda evidencia es que la incapacidad de los músculos para contraerse después de contracciones repetidas era el resultado de mantener el equilibrio de potasio. El mecanismo propuesto fue: Las células musculares liberan potasio como parte del proceso de contracción, pero las células intentan recuperar todo el potasio después. Las contracciones repetitivas muy rápidas hacen que la célula muscular libere tanto potasio tan rápidamente que el mecanismo de recaptación no puede seguir el ritmo. La comprensión de la fatiga ha avanzado enormemente durante los últimos años. Los últimos hallazgos son que la verdadera razón no es meramente metabólica. Sin embargo, uno de los primeros actores es el Ca^{2+} SR. Un argumento en contra de los mecanismos puramente metabólicos de la fatiga muscular y a favor de un papel esencial para los defectos en la liberación de Ca^{2+} es el hallazgo de que después de un ejercicio extenuante, el músculo humano exhibe una depresión sostenida en la generación de fuerza que puede persistir hasta por varios días. Este período corresponde al período durante el cual se observa una inhibición prolongada de la liberación de Ca^{2+}.

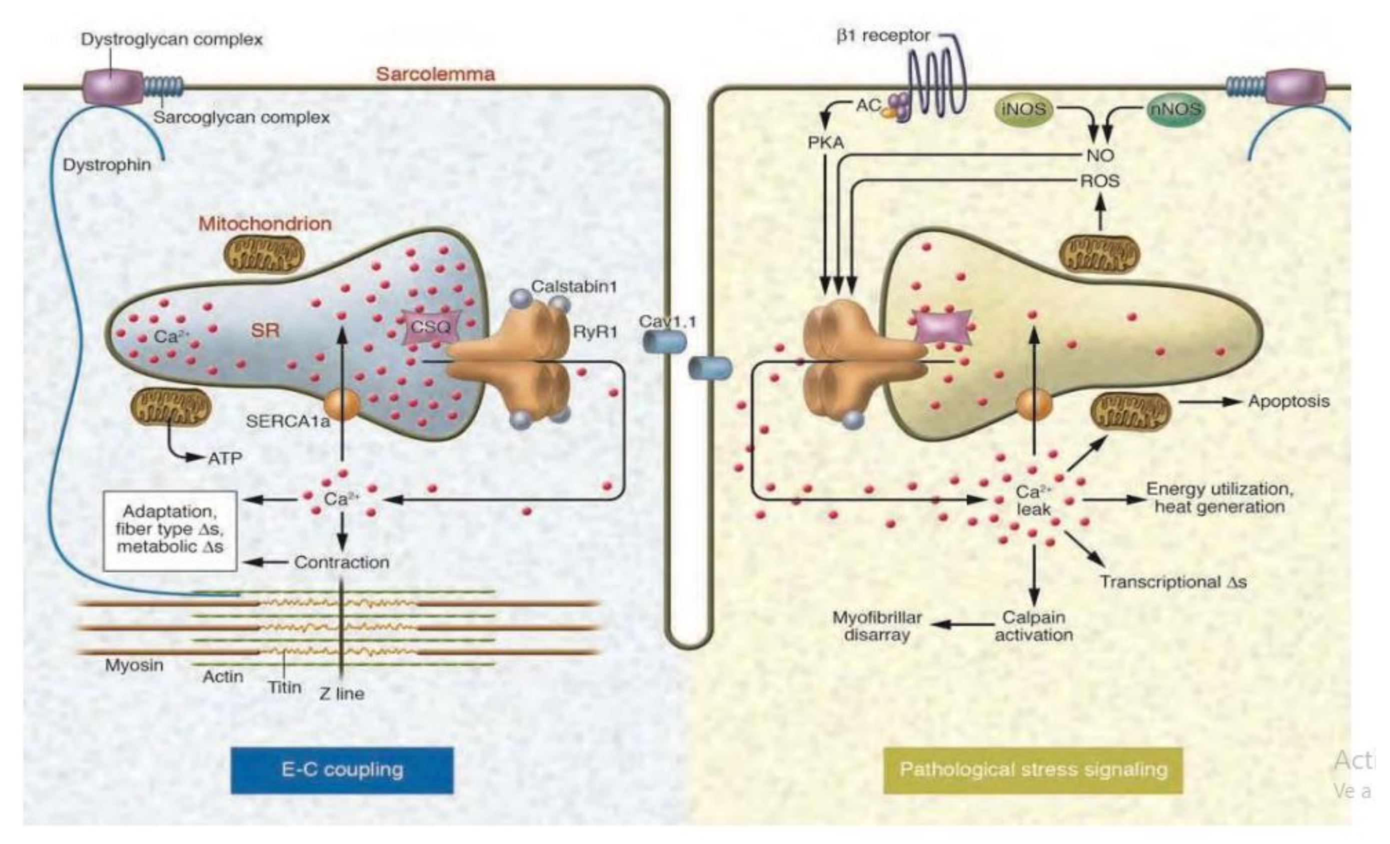


Fig. 1.1.3. La respuesta al estrés en el músculo esquelético durante el acoplamiento Contracción-Relajación (C-R) de la membrana del túbulo T activa Cav1.1, lo que desencadena la liberación de SR Ca^{2+} a través de R y R 1 y conduce a la contracción del sarcómero, un proceso que se conoce como acoplamiento C-R. Las vías activadas por señalización intercelular en el músculo esquelético por estrés patológico afectan la función de RyR1 y alteran el acoplamiento C-R. La disfunción de RyR1 inducida por el estrés puede provocar una fuga de SR Ca2+, lo que potencialmente habilita numerosos mecanismos de daño celular dependientes de Ca. (Bellinger and co-workers. Stressed out: the skeletal muscle ryanodine receptor as a target of stress The Journal of Clinical Investigation Volume 118 Number 2 February 2008).

La fatiga surge de varias causas potenciales: fatiga energética, dolor y fatiga mental, y deshidratación.

La fatiga energética es la principal causa de fatiga en la mayoría de los atletas. Esto ocurre cuando nuestros músculos no pueden generar energía lo suficientemente rápido para mantener la potencia deseada de las contracciones musculares. A los entrenadores y atletas se les ha enseñado durante mucho tiempo que la acumulación de lactato causa fatiga, pero recientemente se ha demostrado que la razón son defectos de liberación de Ca^{2+} SR. Si la experimentación científica indica que la liberación de Ca2+ es la causa principal de la fatiga, ¿cuál es la función del lactato según la experiencia de los últimos años? El lactato es una valiosa fuente de energía dentro de los músculos que trabajan y los músculos que no trabajan están sujetos a mejoras inducidas por el entrenamiento. En el uso de combustible, cuantitativamente, es el contribuyente más importante a la producción de glucosa en el hígado.

1.1.4 Biomecánica de las acciones motoras

La teoría de sistemas dinámicos no lineales ha surgido en la ciencia como un marco viable para modelar el rendimiento deportivo. Desde la perspectiva de los sistemas dinámicos, el movimiento humano es una red altamente no lineal de subsistemas codependientes (por ejemplo, respiratorio, circulatorio, nervioso, esquelético-muscular y perceptual). Estos están compuestos por muchos componentes que interactúan (por ejemplo, células sanguíneas, moléculas de oxígeno, tejido muscular, enzimas metabólicas, tejido conectivo y hueso). (Ver 1.2) Un concepto teórico crítico, pero completamente explorado en los lanzamientos de judo, es el teorema de la cadena cinética. Este teorema define la cadena cinética como un sistema de enlace proximal-distal a través del cual no se conserva energía. Sin embargo, el momento se transfiere secuencialmente y alcanza la máxima magnitud en el segmento terminal. Todavía no está claro cómo se coordinan los segmentos del cuerpo para optimizar la transferencia de energía y momento ni cómo se organizan los segmentos corporales en los movimientos de lanzamiento rápido. Los biomecánicos deportivos deben abstenerse de reducir los datos de series temporales a mediciones cinemáticas discretas y sus correspondientes historiales temporales. Debido a que esto está en la teoría lineal del movimiento, la optimización y la coordinación no suelen ser procesos lineales. Este procedimiento simplificador no capta la naturaleza dinámica profunda esencial de los movimientos de lanzamiento rápido. En conclusión, la teoría no lineal aplicada al control motor parece ser un marco relevante para la investigación real de la biomecánica deportiva orientada al rendimiento.

Acciones motrices

Las actividades con un objetivo motor son aquellas en las que la intencionalidad se centra en aspectos asociados a la propia actividad motriz: lanzar al competidor, sujetar, agarrar, desplazarse, etc. En todas estas prácticas, el objetivo final tiene que ver o está enfocado a la actividad motriz. Siguiendo con el ejemplo anterior, caminar para luchar contra un adversario sí tiene un objetivo motor para agarrar al competidor. La ciencia de acción motora la estudia como un aspecto fundamental y unitario por la teoría de sistemas no lineales. Se trata de una disciplina científica cuyo campo de estudio son precisamente estas situaciones: actividades físicas complejas (no lineales) de carácter deportivo. Su objeto de estudio es precisamente la acción motriz. Así, estudia las condiciones, modos de funcionamiento y resultados de llevar a cabo este tipo de movimientos como lanzamientos, agarres, bloqueo de brazos, etc. En la primera aproximación, es posible utilizar una teoría simplificadora lineal de las acciones motoras. Sin embargo, si podemos entender la dinámica interna efectiva del sistema, necesitamos usar teorías no lineales. Las Acciones motrices son la unidad básica de análisis porque son las que podemos ver y observar en el transcurso de una pelea. Las acciones motrices pueden estudiarse independientemente de los individuos específicos que llevan a cabo la actividad. El biomecánico puede entender los pasos básicos que son invariantes en cada acción (ver Invariantes de acción). Para destacar estos componentes fundamentales de las acciones motrices, hay una mejor comprensión del Sistema No Lineal "hombre" que actúa en el Sistema de Pareja durante el proceso de lucha dinámica.

1.1.4.1. Estudio sobre la acción motora

La lucha con agarre es una parte crucial de la competición de judo. Si un atleta de judo alcanza una posición óptima de agarre, se considera psicológicamente adelantado con un claro beneficio para su competición. La acción multiarticular presente en un movimiento de agarre de judo se estudia intensamente en neuro mecánica con fines generales. Un papel importante del sistema motor es interactuar con el entorno. Como se expresa en la tercera ley de Newton, esta interacción es bidireccional: la acción y la reacción son iguales, opuestas y simultáneas. La resistencia caracteriza la interacción mecánica con el medio modulada por la entrada neuronal al movimiento impuesto (impedancia mecánica Hogan, 1985). Un componente significativo de la impedancia mecánica que resiste el movimiento humano surge de las propiedades viscoelásticas del tejido. Aunque la respuesta lenta de los procesos neuronales limita los movimientos voluntarios, la impedancia responde instantáneamente. Por lo tanto, es fundamental para tareas que implican cambios dinámicos rápidos, como durante el impacto con el cuerpo del adversario durante la lucha con agarre. El comportamiento mecánico en el punto final de la extremidad es generalmente el más importante porque la mayoría de las interacciones ocurren allí. En principio, la impedancia depende de la posición, la velocidad y la activación muscular. Para examinar cómo varía la impedancia con la dirección del movimiento, se puede medir la fuerza elástica restauradora a pequeños desplazamientos de la mano en diferentes direcciones (Burdet et al., 2000). La mayoría de los movimientos de las articulaciones se pueden realizar utilizando varias combinaciones musculares, lo que se denomina redundancia muscular. Por otro lado, al alcanzar los movimientos, infinitos caminos pueden llegar al objetivo. En teoría, los músculos pueden activarse con infinitos perfiles de activación temporal diferentes para producir diferentes perfiles de velocidad, lo que se conoce como redundancia de trayectoria. A pesar de un número infinito de formas posibles de agarrar un objeto, las observaciones sugieren que los humanos emplean consistentemente posturas y caminos similares. La trayectoria de la mano suele ser bastante recta con un perfil de velocidad gaussiano V que se puede modelar con un polinomio de cuarto orden. A continuación, la velocidad final de la manecilla adopta la siguiente forma:

$$v(t)=(t_n^2 - t_n + 1)\frac{30At_n^2}{T}\ ; \qquad t_n = \frac{t}{T}$$

Donde t es el tiempo,
A es la amplitud del movimiento y
T la duración del movimiento (Flash y Hogan 1985).

Por lo general, la impedancia es una función no lineal de los tres parámetros principales. Sin embargo, en un modelo lineal, la impedancia se puede representar mediante tres componentes: rigidez, viscosidad e inercia, que dependen de la geometría del cuerpo. Naturalmente, los sujetos tienden a adoptar una posición en la que la impedancia final se adapta a la tarea realizada. Véase la siguiente figura 1.1.4.1a. Esto significa que la posición del cuerpo debe ser estudiada para realizar un agarre adecuado en judo. Esto es cierto incluso para la lucha con agarre. Una posición corporal incorrecta puede provocar una ruptura de la simetría que podría ser desventajosa para el atleta.

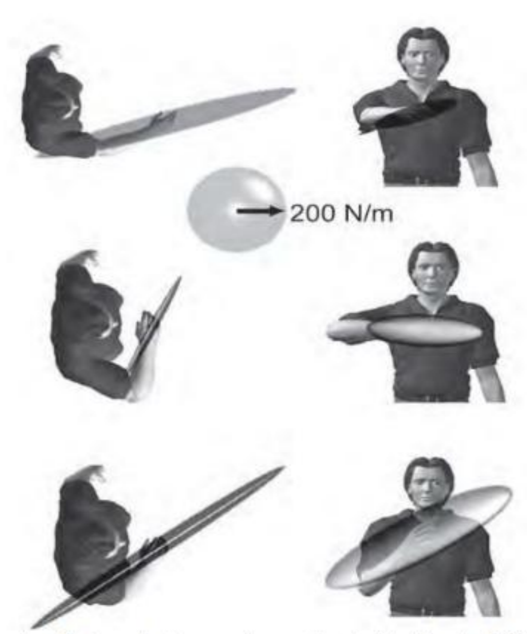


Fig.1.1.4.1a Man tends to select a posture adapted to the task (Trumbower 2009)

Son muchos los estudios que se han realizado durante estos últimos cinco años en el mundo sobre los agarres; por ejemplo, Endel aumenta la fuerza máxima de agarre durante el agarre de potencia (2010). En neurociencia, un fascinante trabajo realizado por Hadjiosi y Smith (2015)[1] ha encontrado mucha información en profundidad sobre la adaptación del agarre a los cambios ambientales. En la figura 1.1.4.1.b. se presentan algunos de los resultados más importantes.

[1] [Hadjiosif, Alkis M. 2015. Motor Memories for Expectation and Uncertainty in the Environment. Doctoral dissertation, Harvard University, Graduate School of Arts & Sciences]

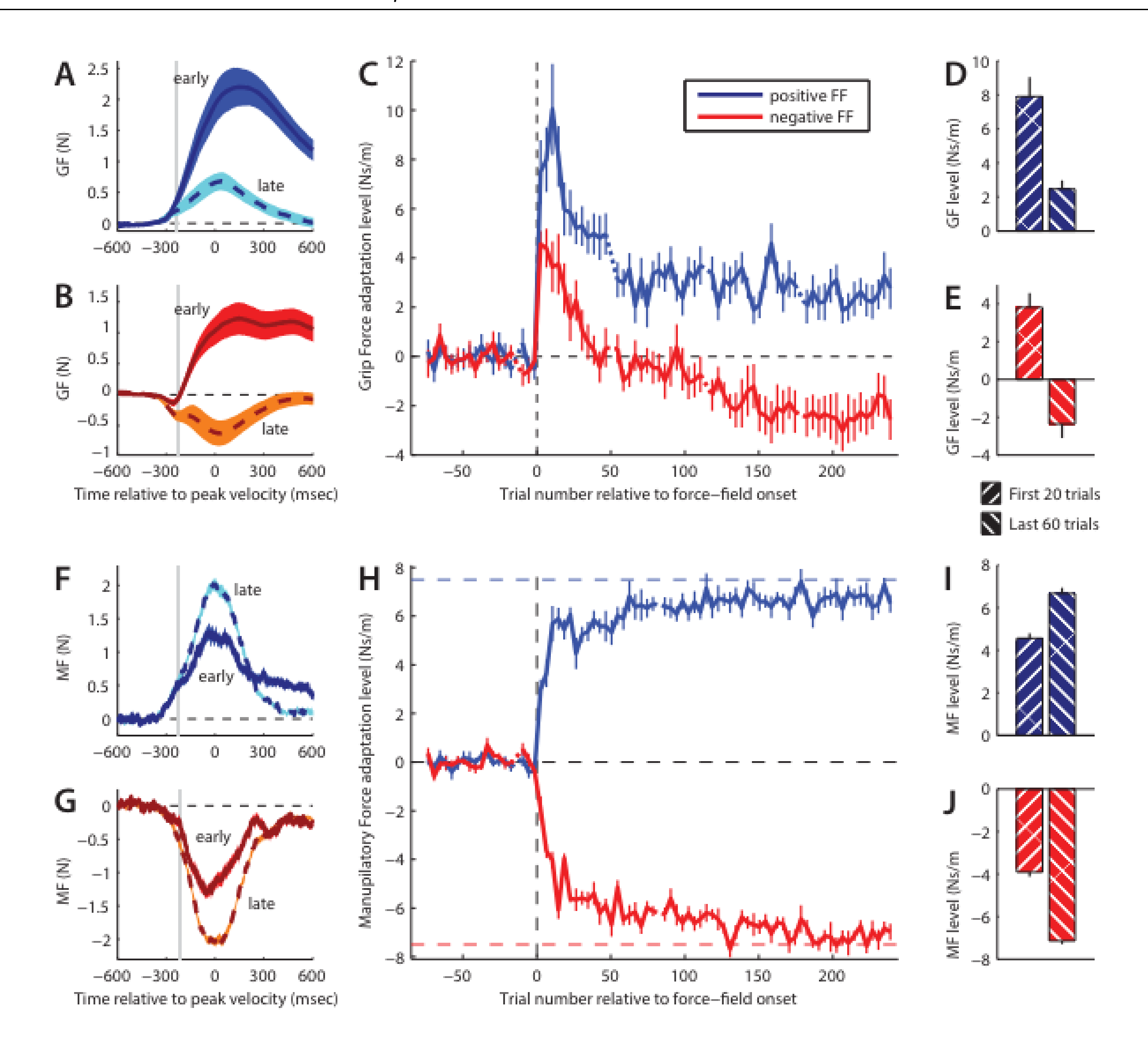


Fig 1.1.4.1.b. Las fuerzas de agarre (F), pero las fuerzas de manipulación no exhiben curvas de adaptación asimétricas y no monótonas después de perturbaciones opuestas.

(A, B) Perfiles de GF con referencia inicial temprano y tardío (media de los primeros 20 frente a los últimos 60 ensayos) después del inicio de perturbaciones del campo de fuerza positivas (A, hacia la izquierda) y negativas (B, hacia la derecha). Obsérvese que en B, la respuesta temprana es opuesta a lo que es apropiado para el campo de fuerza aplicado, mientras que la respuesta tardía está dirigida apropiadamente. Las áreas sombreadas representan SEM entre sujetos. La línea vertical gris representa el intervalo de confianza del 95% para el inicio del movimiento. (C) Curvas de adaptación de GF correspondientes basadas en el coeficiente de adaptación (ver Materiales y métodos). Los GF inicialmente aumentan en ambos campos de fuerza, pero finalmente hacen asíntota en niveles que son aproximadamente iguales y opuestos. Esto corresponde a una adaptación excesiva para el grupo +FF y una adaptación bimodal para el grupo –FF como lo predice el modelo en 2.4C. (D,E) Niveles de GF para las etapas de adaptación temprana y tardía (media de las primeras 20 frente a las últimas 60 pruebas). (F-J) Igual que A-E pero para MF, que ilustra patrones de adaptación simétricos y monótonos como lo predice el modelo en 2.4D.

En neurociencia, los agarres también se estudian mediante resonancia magnética (MRI). Algunos resultados muestran que los agarres fuertes presentan un área de activación mayor que los agarres regulares en ambos hemisferios cerebrales. En la figura 1.1.4.1.c, d. se muestran áreas de activación de Agarre regular (NG) versus Agarre fuerte (SG).

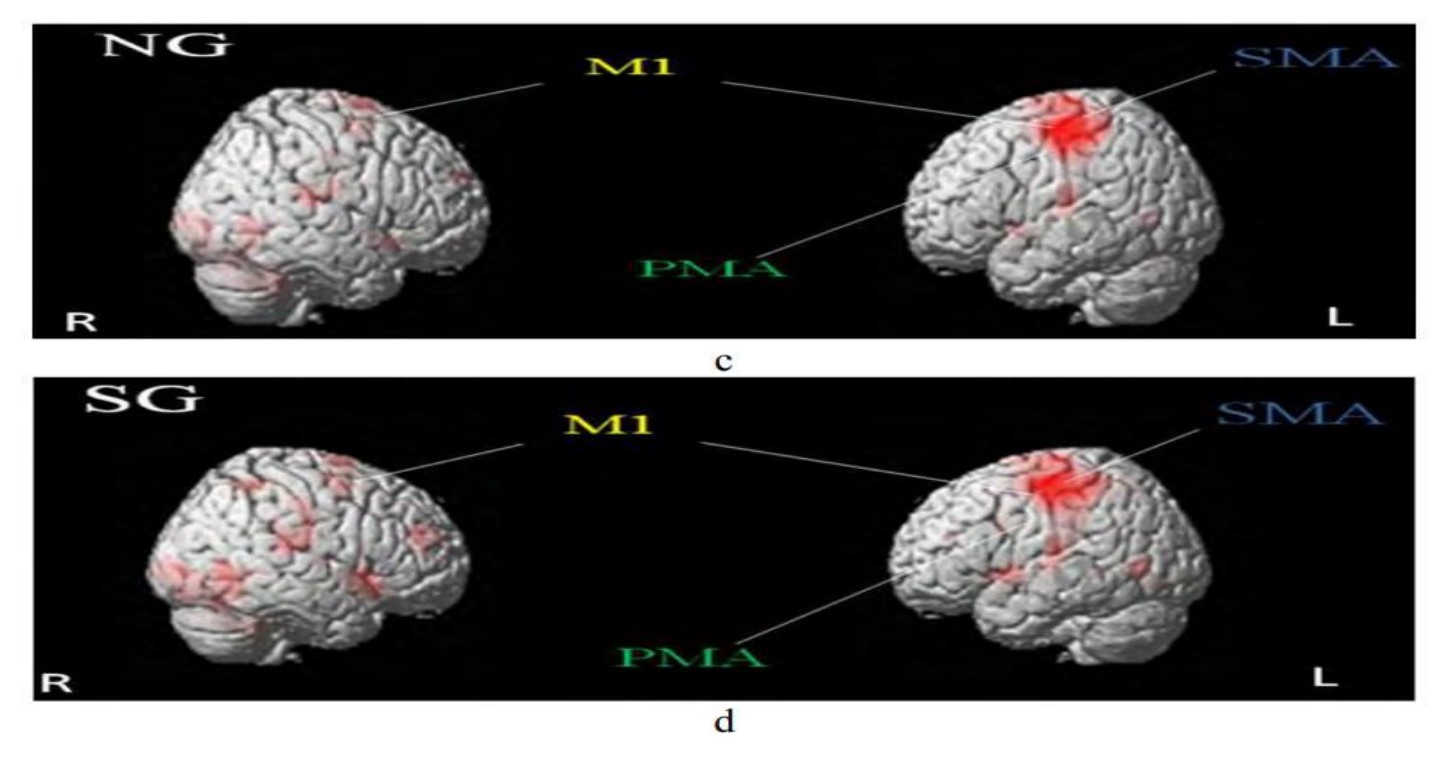


Figura 1.1.4.1.c, d. Áreas de activación de Agarre regular (NG) versus Agarre fuerte (SG).

Ambas imágenes (c y d) muestran la activación del Área Motora Primaria (M1) del Área Motora Suplementaria (SMA), áreas de la Corteza Premotora, tanto dorsal como ventral (PMA). Sin embargo, la intensidad de la señal fue más sustancial en SG que en NG. Información diferente proviene de Agarre potente (Power Grip, PG) y Agarre preciso (Precision Grip, PRG). En este caso, el área de activación es más fuerte en precisión que en la ejecución de Power Grip.

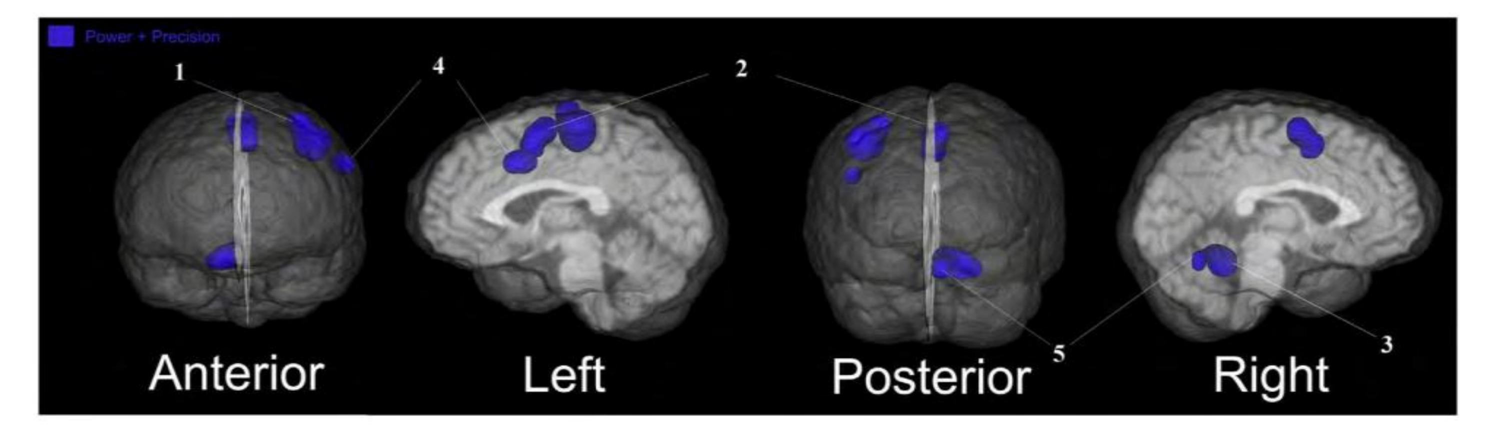


Fig.1.1.4.1. e. Áreas de activación comunes entre Power Grip y Precision Grip.

1.1.5 Equilibrio y estabilidad del cuerpo humano

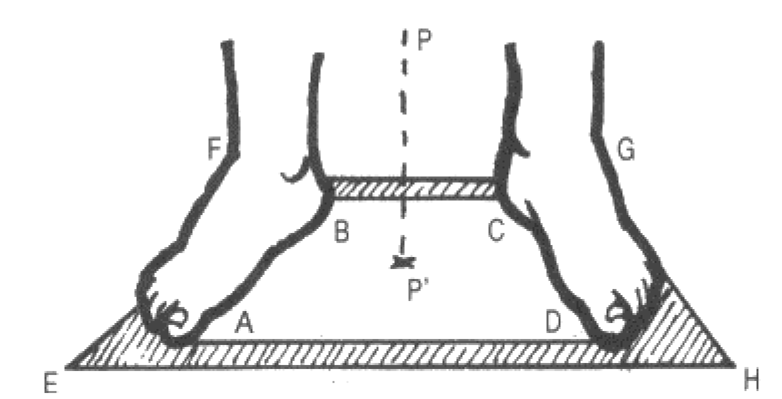
El cuerpo humano no puede asimilarse a un cuerpo rígido, formado por segmentos móviles unidos por articulaciones. Es mejor mostrarlo como un sistema deformable de sólidos geométricos (ver Atleta Biomecánico). Un sistema de este tipo está equilibrado cuando todas las fuerzas y pares externos están equilibrados. En las cadenas cinéticas entre dos segmentos óseos, hay equilibrio tanto si el elemento superior se apoya sobre los elementos inferiores junto a la

articulación, como si los músculos luchan contra fuerzas externas para salvar el equilibrio. Para dos huesos conectados por articulaciones, la condición mecánica de equilibrio es:

1. Los centros de masa de todos los segmentos deben estar alineados a lo largo de la línea de gravedad.

2. Todos los ejes de rotación de los segmentos deben estar alineados.

3. La línea de gravedad debe pasar por la base poligonal denominada Superficie Óptima Trapezoidal "o "Base de Soporte"



ABCD = Superficie trapezoidal interna
EFGH – ABCDN= Zona de mantenimiento
P → Perpendicular del centro de presión (gravedad)
P´ → Proyección del centro de gravedad

Fig 1.1.5.1. Base de sustentación y zona de preservación

Después del tiempo de acondicionamiento adecuado, se puede considerar que todas las reacciones posturales se detectan primero a nivel cortical mediante sensores propioceptivos, después de obtenerse mediante contracciones musculares inconscientes a nivel espinal.

Un atleta aumenta su estabilidad mediante muchos métodos pseudoestáticos diferentes, por ejemplo, cuando su línea de gravedad está centralizada dentro de su superficie trapezoidal óptima. Aumenta la estabilidad con el tamaño de su base de apoyo y con la baja la altura de su centro de gravedad.

Algunos otros sistemas para obtener una mejor estabilidad están relacionados con el propio movimiento del cuerpo; por ejemplo, un aumento de la fricción puede mejorar la estabilidad de un atleta, así como la rotación puede mejorar la estabilidad de un atleta. Desplazar la línea de gravedad hacia las fuerzas que se aproximan puede mejorar la estabilidad.

El equilibrio bidimensional se basa en tres condiciones:

$$\textit{Static}\ 1)\sum_{i=1}^{n} F_v = 0 \quad 2)\sum_{i=1}^{n} F_i h_i = 0 \quad 3)\sum_{i=1}^{n} T_i = 0$$

$$\textit{Dynamic}\ 1)\sum_{i=1}^{n} F_x - m\bar{a}_x = 0 \quad 2)\sum_{i=1}^{n} F_y - m\bar{a}_y = 0 \quad 3)\sum_{i=1}^{n} T_g - I_g\alpha = 0$$

Donde F = Fuerza; T = Torque; h = altura del centro de masa; a,α = aceleración lineal y angular

1.1.6 Centro de masa del cuerpo humano (Shizentai, Jigotai, Tanden)

El centro de masa del cuerpo humano es el punto de aplicación de la resultante de las fuerzas de peso. El centro de masa del cuerpo se acelera en respuesta a las fuerzas gravitacionales y de contacto que actúan sobre él. Generalmente, en todo cuerpo homogéneo, el centro de masa está determinado por su forma geométrica y distribución de masa en el espacio. Sin embargo, el cuerpo humano es un cuerpo compuesto que puede cambiar de forma cuando no está en contacto con otros cuerpos (como un par de atletas), o cuando el cuerpo humano está en caída libre (equilibrio inestable).

El centro de gravedad se puede estimar con las siguientes fórmulas:

$$x_{com} = \frac{m_1 x_1 + m_2 x_2 + m_3 x_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{\sum_i m_i x_i}{\sum_i m_i}$$

$$y_{com} = \frac{m_1 y_1 + m_2 y_2 + m_3 y_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{\sum_i m_i y_i}{\sum_i m_i}$$

$$\vec{r}_{com} = \frac{m_1 \vec{r}_1 + m_2 \vec{r}_2 + m_3 \vec{r}_3 + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{\sum_i m_i \vec{r}_i}{\sum_i m_i}$$

Derivando=

$$v_{x,com} = \frac{m_1 v_{x,1} + m_2 v_{x,2} + m_3 v_{x,3} + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{\sum_i m_i v_{x,i}}{\sum_i m_i}$$

$$v_{y,com} = \frac{m_1 v_{y,1} + m_2 v_{y,2} + m_3 v_{y,3} + \dots}{m_1 + m_2 + m_3 + \dots} = \frac{\sum_i m_i v_{y,i}}{\sum_i m_i}$$

$$\vec{v}_{com} == \frac{\sum_i \vec{p}_i}{M} = \frac{\vec{p}}{M}$$

Donde X_{com}, Y_{com} y r_{com} = Coordenadas del centro de masa; X,Y, r = coordenadas de la masa de las partículas del cuerpo; Vcom = velocidad del centro de masa; Vi = velocidad de la masa de una partícula del cuerpo.

En los atletas en posición de pie, el centro de masa se encuentra en la región pélvica, cerca de la base de la columna. El centro de gravedad se encuentra en la cavidad abdominal a unos 12 cm por encima de la sínfisis del pubis.

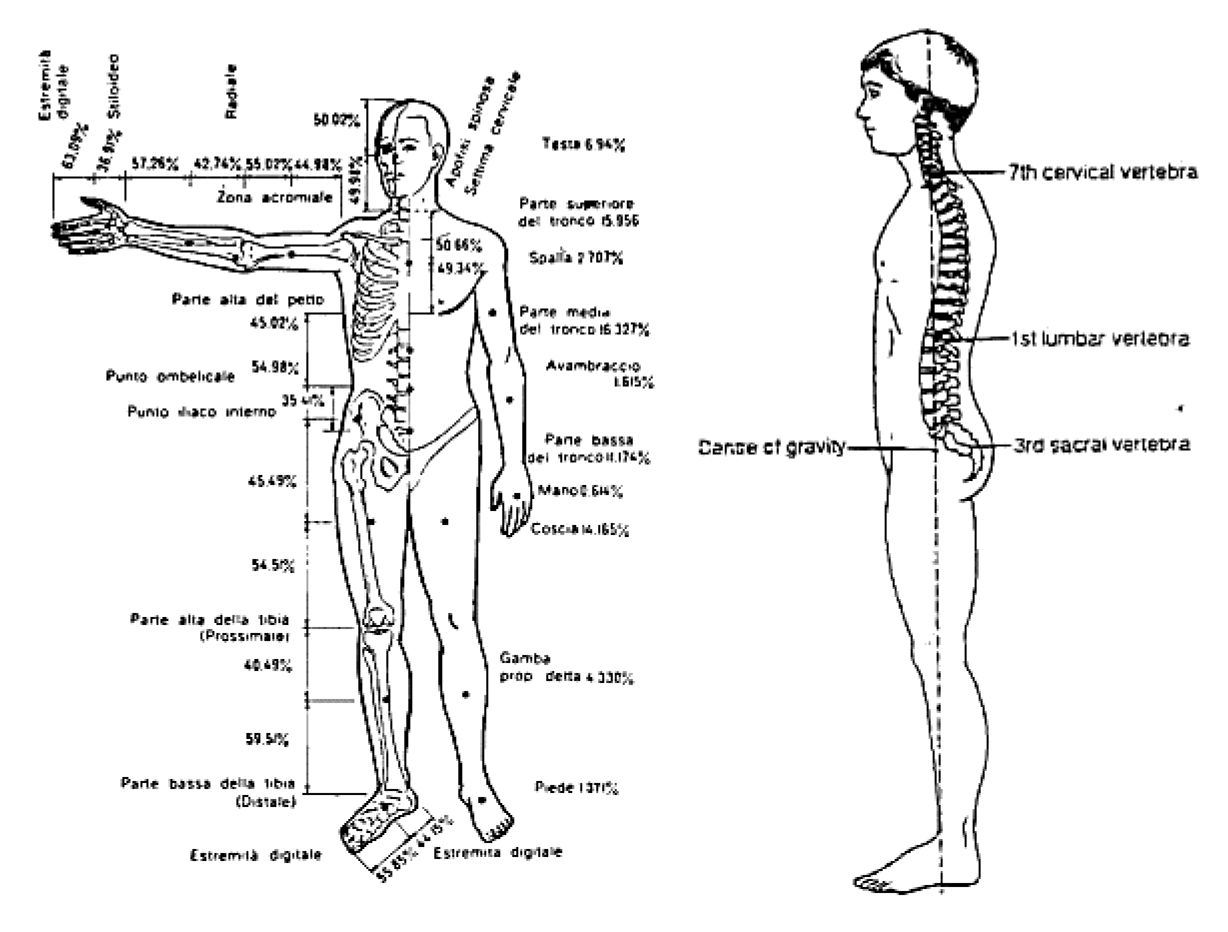


Fig. 1.1.6.a,b = Centro de masa del cuerpo humano y sus partes constitutivas.

El centro de masa (CM), sin embargo, es un punto teórico dentro del cuerpo. No es fijo y depende de la situación del cuerpo humano a partir de la posición relativa de sus extremidades. A medida que cambia la posición del atleta, también

lo hace su centro de gravedad. En los atletas masculinos en posición de pie, el CM está cerca de la segunda vértebra sacra; para las atletas femeninas, su posición es un 1-2% más baja si tomamos 100 la altura del cuerpo. El punto de intersección entre CM perpendicular y la base de soporte se encuentra en la superficie trapezoidal óptima en una posición de reposo. Los estudios realizados en Kodokan sobre estos datos mostraron que la posición del punto de intercepción (contado 100 la longitud del pie) cambió de 46,5% a 43-42%, considerando tanto la posición de judo del Shizen Tai natural como la defensiva Jigo Tai. Los estudios comparativos sobre la posición de los puntos de intercepción, como la estabilidad, entre judoka, kendoka y kyudoka mostraron que la postura del judo era más estable que las demás, alrededor del 1,2-1,4%. Los estudios de Saika Tanden (Análisis Kinesiológico del Shizentai) con el método dr Hasekagwa (Shintai Kinsei no Kagaku) demostró que el CM y el Tanden no eran coincidentes, porque el Tanden es inferior al 1% para CM y el punto de intercepción de la base de apoyo avanza alrededor del 1,6%. A partir de ese momento, será correcto en biomecánica arbitrar en el centro de masa del cuerpo y no en Tanden.

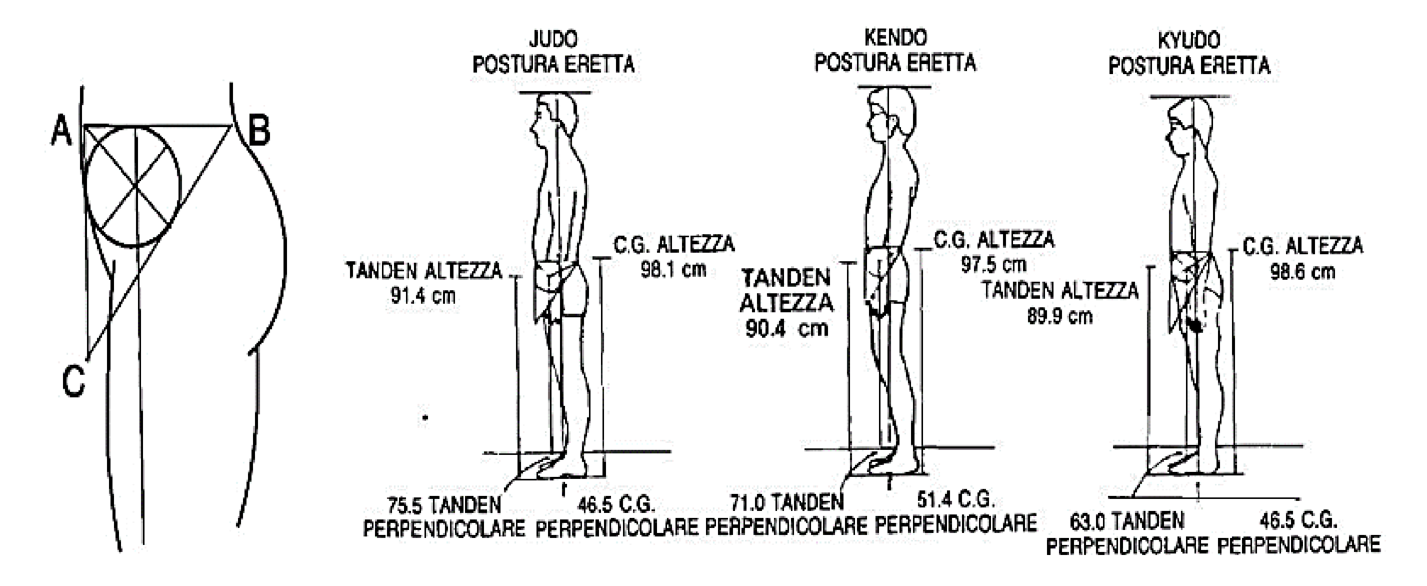


Fig 1.1.6. b,c, = Posiciones del tanden y el centro de masa en diferentes posturas de artes marciales básicas.

1.1.7. Rotación del cuerpo in situ (Tai Sabaki)

El movimiento rotatorio in situ y los movimientos rotatorios con traslación se llaman en judo: Tai Sabaki. Desde un punto de vista biomecánico, se pueden clasificar como movimientos rotatorios con la conservación del momento angular o variación del momento angular. En el primer caso, sólo habrá fuerzas internas en los sistemas (más o menos aisladas). En el segundo, hay fuerzas externas que producirán la rotación. Para obtener una velocidad de rotación específica, ω (t^{-1}) dependerá de la diferencia entre la acción de los músculos agonísticos y la rotura de los músculos antagonistas relacionada con la aplicación de la fuerza en el tiempo. Recordando que s = rθ es posible obtener:

$$F = \frac{mv^2}{r} = mr\omega^2 = \frac{mr^2\omega^2}{r} = \frac{I\omega^2}{r} \quad (mlt^{-2})$$

Esto significa aumentar la velocidad de rotación. Un aumento de la tensión produce un torque de músculos agonísticos. Los músculos antagonistas tienen una disminución simultánea de la torsión. En términos de entrenamiento, si aumentamos la velocidad de rotación, también debemos entrenar los músculos antagónicos. Por ejemplo, entrenar el lado derecho significa aplicar también algunas técnicas del mismo grupo biomecánico en el izquierdo. Este ejercicio aumenta la capacidad de rotación del atleta. El principio de conservación del momento angular permite aumentar la velocidad angular, disminuyendo el momento de la inercia. Por ejemplo, aplicar Tai Sabaki con los brazos extendidos.

Después de usar el mismo Tai Sabaki con los brazos bien cerrados, la disminución del radio de giro producirá el aumento de la velocidad angular del atleta. En fórmulas:

si

$$I_1 = m_1 r_1^2 > I_2 = m_2 r_2^2$$

El principio de conservación da

$$I_1 \omega_1 = I_2 \omega_2 \ then \rightarrow \omega_1 < \omega_2$$

Todos los lanzamientos de judo basados en un Tai Sabaki para ganar contacto con el cuerpo del Uke serán más rápidos si el Tai Sabaki ocurre en una posición acurrucada. Además, supongamos que estas técnicas pertenecen al grupo de las palancas físicas. En ese caso, también serán energéticamente más convenientes porque el brazo de palanca aumenta y la fuerza aplicada para lanzar disminuye. En consecuencia, también debería disminuir el gasto energético (ya que las condiciones generales no cambian). Ver la siguiente figura para analizar la aplicación.

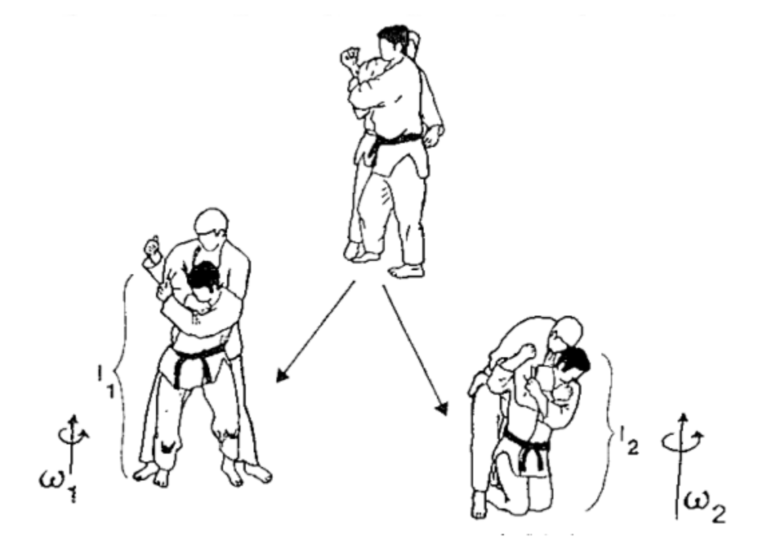


Fig 1.1.7.a. La Conservación del momentum de pie y de rodillas produce una disminución en el gasto energético.

1.1.8 Locomoción (Ayumi Ashi, Tsugi Ashi)

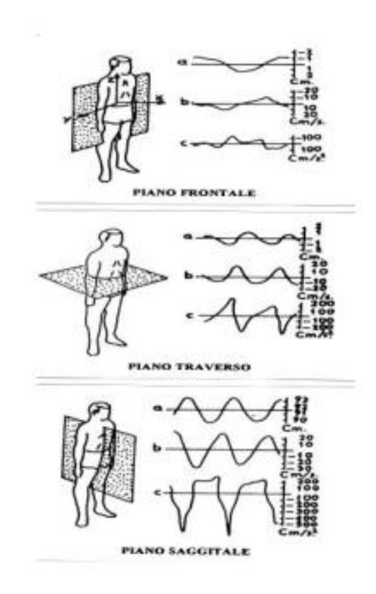
La locomoción del Judo en la competición (Aruki Kata) se puede dividir en dos grupos: Ayumi Ashi (locomoción normal) y Tsugi Ashi (un pie sigue al otro pie). La biomecánica de la marcha humana es una rama muy compleja de la Kinesiología. El conocimiento real sobre la mecánica de caminar provino de muchos tipos de investigación, las primeras a principios del milenio anterior.

Como demostramos en la primera edición (Biomecánica del Judo), el Tsugi Ashi es energéticamente conveniente más que Ayumi Ashi y más estable en lo que respecta a la perturbación externa a través de las fuerzas de empuje/tracción. Caminar es una actividad cíclica en la que un paso sigue a otro en un patrón continuo.

Definimos una zancada caminando como la que va desde el aterrizaje de un pie al siguiente aterrizaje del mismo pie o de un despegue a otro. Hay una fase de apoyo único al caminar cuando un pie está en el suelo y una fase de apoyo doble cuando ambos tocan el suelo. La fase de apoyo simple comienza con el despegue de un pie, y la fase de apoyo doble comienza con el aterrizaje del mismo pie. Los movimientos coordinados de la marcha humana no se generan a partir de una representación explícita de las trayectorias precisas de cada segmento anatómico como en la robótica bípeda, sino

mediante interacciones dinámicas entre el sistema nervioso, el sistema musculoesquelético y el entorno. Existen diferentes tipos de movimiento y están asociados con diferentes tipos de comandos. (1) Los movimientos voluntarios están integrados a nivel cortical y pueden iniciarse sin ningún estímulo externo. (2) Los movimientos automáticos son estrategias memorizadas que son provocadas por comandos internos o estímulos externos. (3) Los reflejos espinales son respuestas genéticamente programadas a estímulos externos, moduladas por centros superiores. Una de las principales preocupaciones del SNC es mantener la estabilidad dinámica durante la locomoción en competición. La estabilidad dinámica durante el movimiento es el control del centro de masa (COM) dentro de una base de apoyo cambiante y requiere estrategias efectivas de respuesta de recuperación proactiva y reactiva cuando se expone a perturbaciones

El movimiento de COM no es un simple movimiento para la estabilidad dinámica del atleta, como es posible ver en las siguientes figuras en los planos de simetría del cuerpo humano.



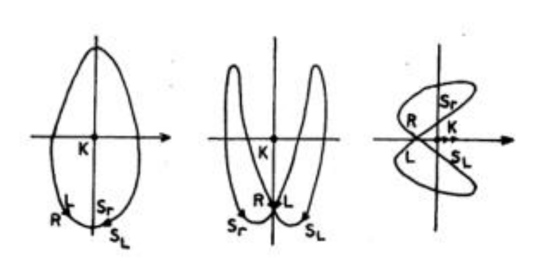
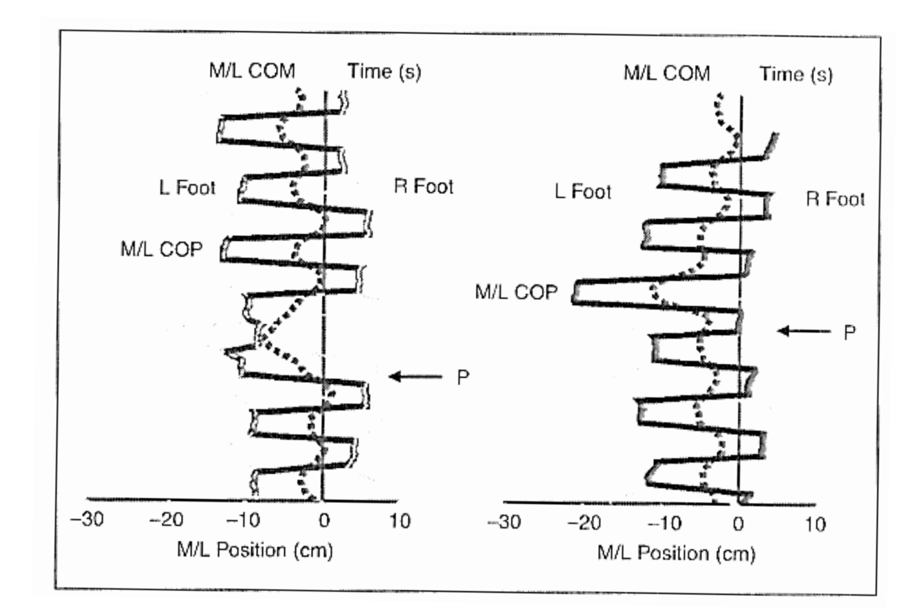


Fig 1.1.8.a,b, Movimiento del centro de masa en los tres planos simétricos del cuerpo humano y las curvas relativas.

Las principales interacciones en la competición de judo son fuerzas de empuje y tracción aplicadas en los sistemas de un par de atletas. Pocos estudios se han aplicado a esta parte particular de la competición y la respuesta del cuerpo humano a la perturbación durante la marcha.

Durante el mantenimiento del equilibrio postural, el COM se mantiene dentro de la base de apoyo mediante la activación de los músculos apropiados que mueven el centro de presión (COP). Durante la locomoción, se aplica el mismo principio para el control COM, con una diferencia crucial: la colocación de los pies al final de cada fase de balanceo proporciona el método principal para mover el COP en los planos sagital y frontal. Los resultados de un estudio reciente sobre la locomoción lo ilustran claramente. En este estudio, los individuos caminaban en una cinta de correr. Al mismo tiempo, se aplicó una perturbación mecánica inesperada (empuje) a la parte superior del cuerpo en el plano frontal durante las dos fases de apoyo único. Un empuje hacia la derecha cuando el pie izquierdo está en la fase de apoyo único produce la abducción de la extremidad oscilante derecha y el consiguiente aumento de la anchura del paso. Por el contrario, un empuje hacia la derecha dado cuando el pie derecho está en la fase de apoyo único produce la aducción de la extremidad oscilante izquierda y una disminución posterior en el ancho del paso ver la siguiente figura



Perfiles del COM y COP antes y después de un empuje a nivel del hombro mientras la persona camina sobre una banda sinfín. El perfil del COM es estimado a partir de marcadores. En el panel izquierdo se muestra la respuesta cuando el pie izquierdo está apoyado en el piso: nótese como el pie derecho cruza hacia afuera para ser colocado delante del COM. En el panel derecho se muestra la respuesta cuando el pie derecho está apoyado. El inicio de la perturbación (P) es indicado con una flecha.

Fig 1.1.8.c. Tomado de A.E. Patla, N. Wijneberg, and S.W.D. Hill. Control of COM by COP explains the response reversal observed during medio-lateral perturbations applied during Human locomotion. ***Gait & Posture***, vol. 9 (suppl. 1): S4, 1999.)

1.1.9 Reflejos y control motor

El control motor es un término amplio que describe la capacidad general de iniciar y dirigir la función muscular y los movimientos voluntarios. Una expresión relacionada, "habilidades motoras", se refiere a la realización de movimientos físicos específicos, como lanzamientos de judo o técnicas de trabajo en el suelo. El control del motor se divide en dos subconjuntos. El control de la motricidad gruesa y el control de la motricidad fina es la capacidad de manipular el movimiento preciso. El sistema motor voluntario, también conocido como sistema nervioso somático, es la estructura que permite y crea el control motor. El rendimiento deportivo es una mezcla compleja de función biomecánica, factores emocionales y técnicas de entrenamiento. Esta acción es más precisa en deportes situacionales exigentes como el judo. El rendimiento deportivo tiene cuatro aspectos distintos, cada uno de los cuales es muy variable. Las cuatro áreas incluyen los factores neuromusculares, la relación entre el sistema nervioso y sus dimensiones y el sistema musculoesquelético; control mental y factores psicológicos; condiciones ambientales; y entrenamiento y apoyo externo para el deportista

Un simple reflejo es totalmente automático y no implica ningún aprendizaje. Ejemplos de tales reflejos incluyen el abandono repentino de un golpeado con la mano en respuesta a un estímulo doloroso de bloqueo del brazo. El reflejo simple puede ser modificado por la participación del cerebro, por ejemplo. Los humanos pueden anular el reflejo automático de darse por vencido con la mano.

Un reflejo condicionado implica la modificación de la acción refleja en respuesta a la experiencia (aprendizaje). El condicionamiento clásico (también llamado condicionamiento Pavloviano en honor a su descubridor Ivan Pavlov) consiste en la creación de un reflejo condicionado. Las respuestas condicionadas son probablemente adaptativas porque preparan al organismo para el estímulo incondicionado que se avecina.

Condicionamiento Operante

El segundo tipo de condicionamiento, el condicionamiento operante, no implica reflejos en absoluto. En cambio, ciertos tipos de comportamiento voluntario, generalmente el comportamiento motor experto, se ven afectados por las siguientes consecuencias. Los estímulos asociados a las contingencias no fuerzan la respuesta, como en el caso de los reflejos. En

cambio, tales estímulos alteran la probabilidad de que ocurra ese comportamiento. Por ejemplo, el letrero de "abierto" en la puerta de un restaurante hace que sea probable que alguien listo para una comida abra la puerta debido a la experiencia. La nueva conducta puede crearse a través del condicionamiento operante utilizando un procedimiento llamado conformación o reforzamiento de aproximaciones sucesivas de la conducta objetivo. Por ejemplo, un perro puede aprender a darse la vuelta si un adiestrador hábil le proporciona comida y elogios (el refuerzo) para aproximaciones cada vez más cercanas a la vuelta durante una sesión de entrenamiento.

1.1.10 Habilidad, tiempo de reacción y anticipación

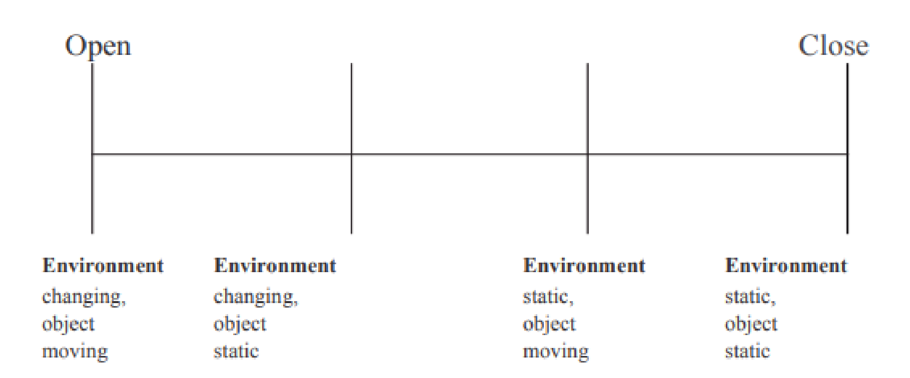
Habilidad

La habilidad es una parte constante de la práctica del judo que se aplica en la competición. Hay muchas definiciones de habilidad. En el ámbito deportivo, la siguiente descripción general puede aceptarse como suficientemente aceptable. La habilidad es la producción efectiva de acciones motrices orientadas a objetivos, que son aprendidas y específicas para la tarea deportiva. Generalmente, las habilidades del área deportiva se clasifican como una variable funcional entre habilidades cerradas y abiertas. En nuestra definición, la habilidad es una actividad orientada a un objetivo. La naturaleza de la meta determinará cómo evaluamos el nivel de su desempeño. Por lo general, hay muchos tipos de clasificaciones de habilidades.

Una clasificación de habilidad es la de motricidad fina versus la de motricidad gruesa. La motricidad fina rara vez se encuentra en el deporte y requiere el uso de pocas extremidades y se lleva a cabo en un espacio limitado. Por otro lado, la mayoría de las habilidades deportivas son habilidades motoras gruesas. Requieren el uso de varias extremidades, a menudo todo el cuerpo, y tienden a tener lugar en una cantidad comparativamente grande de espacio. A pesar de que las habilidades deportivas son habilidades motoras gruesas, mucho de lo que se ha escrito sobre la adquisición de habilidades proviene de la investigación que utiliza las habilidades motoras finas.

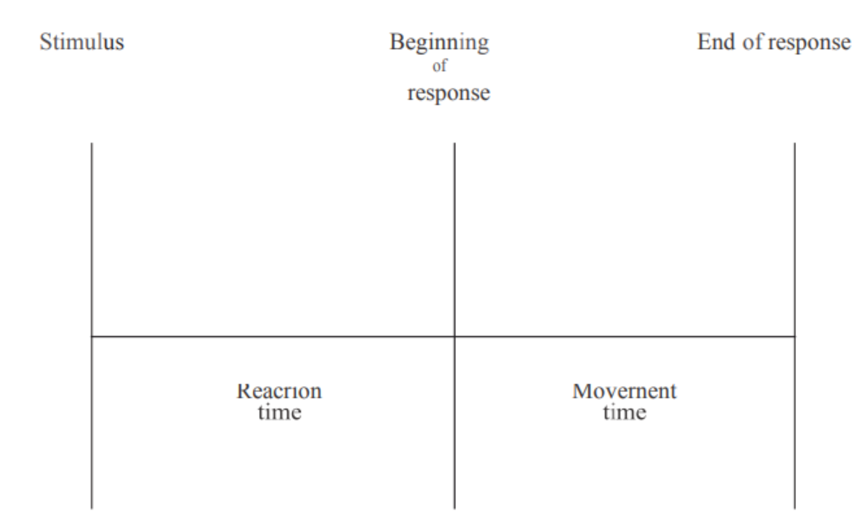
Ya sean delicadas o groseras, las habilidades se han dividido en discretas, seriales y continuas. Las habilidades discretas son definibles al principio y al final, como un tiro fijo en el baloncesto, un tiro libre en el fútbol o un lanzamiento en cualquier deporte. Las habilidades discretas se refieren a la realización de una acción aislada de otros movimientos. Por otro lado, las habilidades seriales son cuando unimos dos o más habilidades discretas. Esta clasificación puede sernos útil a la hora de examinar algunos aspectos de la práctica y el aprendizaje. Una de las categorías de habilidades más utilizadas es la de habilidades simples frente a las complejas. El psicólogo británico Poulton (1957) no utilizaba términos complejos y directos, sino que era relativamente abierto y cerrado para distinguir entre estas habilidades. Según Poulton, las habilidades abiertas requieren mucho procesamiento de la información y tienen lugar en entornos que rara vez, o nunca, se repiten por completo.

El cambio en el entorno significa que cada vez que se realiza la habilidad, el ejecutante debe modificar su técnica para lograr el mismo objetivo. O incluso utilizar un método diferente para lograr el objetivo. Las habilidades cerradas, por otro lado, tienen lugar en el mismo entorno o en entornos muy similares. Por lo tanto, la misma técnica se puede utilizar repetidamente. En el siguiente diagrama, es posible comprender la clasificación de habilidades propuesta por Poulton y refinada por Gentile (1975)



Diag 1.1.10.a. Clasificación de las habilidades (abiertas y cerradas) según Gentile (1975).

La realización de las habilidades de judo debe llevarse a cabo muy rápidamente si el atleta quiere tener éxito. Para encontrar el momento adecuado para aplicar el lanzamiento y evitar el ataque y aplicar kaeshi waza, todos deben responder rápidamente. También es evidente que existen limitaciones en la rapidez con la que los individuos pueden responder. A veces, lo que se requiere de nosotros está más allá de nuestras capacidades. Antes de examinar cómo la teoría intenta explicar esto, debemos ser plenamente conscientes de lo que entendemos por tiempo de reacción. La gente suele utilizar el término "tiempo de reacción" cuando, de hecho, se refiere al tiempo de respuesta. El tiempo de respuesta es el tiempo que transcurre desde que se inicia un estímulo hasta que se completa la acción necesaria para hacer frente al problema. En efecto, el tiempo de respuesta se produce por dos partes: "tiempo de reacción" y "tiempo de movimiento". Vea el siguiente diagrama.



Diag 1.1.10.b Tiempo de respuesta compuesto por tiempo de reacción y tiempo de movimiento.

Los dos conceptos son entidades diferentes y separadas: un atleta de judo puede tener un tiempo de reacción rápido pero un tiempo de movimiento lento o viceversa. Mientras que el tiempo de movimiento describe la actividad física real, el tiempo de reacción intenta explicar la actividad invisible del SNC. El tiempo de reacción transcurre desde el inicio repentino de un estímulo hasta el comienzo de una respuesta de movimiento (Oxendine, 1968). El punto crítico aquí es que, al igual que el tiempo de respuesta, comienza con la introducción del estímulo pero termina al comienzo de la respuesta, antes de que comience el acto motor.

Anticipación

La anticipación nos permite determinar lo que va a suceder antes de que suceda. La anticipación se podría clasificar en dos áreas: la anticipación perceptiva y las acciones interceptivas. En general, el judo se utiliza con un 90% de anticipación perceptiva, definida como la capacidad del atleta para predecir el próximo movimiento basándose en información parcial.

Situation's Dual Sports		**Situation's Team Sports**	
No Contact	With Contact	No Contact	With Contact
Badminton Squash Table Tennis Tennis	Boxing Exrimia Fencing Lucha Canaria Lucha Leonesa Judo Karate Kick-box Koresh Sambo Savate Sumo Taekwondo Wrestling	Baseball Cricket Softball Table tennis Dou Tennis Doubles Volleyball	American Football Basketball Football or Soccer Handball Hockey (Field, Ice, Skate) Polo Rugby Water polo

Tab 1.1.11. 1. Clasificación general de los deportes según Sacripanti (2004).

	Situation's Dual Sports		**Situation's Team Sports**	
	No Contact	With Contact	No Contact	With Contact
General aims of the biomechanical analysis:	Motion tracking Specific conditions Interactions	More complex motion tracking Interactions	Motion tracking Specific standard conditions Interactions, both strategic and dynamic	Extremely complex motion tracking Interactions, both strategic and dynamic
Basic Methodological Analysis	Serve +Motion + interaction	Motion +interaction	Serve + motion + passing + interaction	Motion passing+interaction

Tab 1.1.11. b Ayudas biomecánicas generales y Aproximación metodológica al deporte de situación (Sacripanti 2004).

Depende de la atención selectiva, el reconocimiento de patrones y la memoria de trabajo. Podría mejorarse mediante el uso del análisis de vídeo y las imágenes motoras.

1.1.11 Clasificación biomecánica de los deportes

Existen varias clasificaciones deportivas:

1. Refiriéndose al gasto energético (clasificación fisiológica y biomecánica, Dal Monte A., (1983)

2. Refiriéndose a la complejidad del movimiento (clasificación física y biomecánica)

3. Refiriéndose al tipo de movimiento necesario para realizar: redefinido por A. Sacripanti (2004)

- <u>Deportes cíclicos</u> (con un movimiento repetido básico): es decir, aquellos cuyas actuaciones se basan en un movimiento cíclico específico o en un movimiento repetido en el tiempo. De este modo, el rendimiento podría investigarse a través del análisis de estos movimientos o acciones repetidas.

• Deportes no cíclicos o acíclicos (el movimiento básico se realiza una sola vez). Es decir, aquellos cuyas interpretaciones están estrictamente relacionadas con un movimiento o gesto específico realizado una sola vez; Las mociones y las actuaciones podrían investigarse mediante el análisis de estas mociones o acciones concretas.

• Deportes alternados-cíclicos (varios movimientos o movimientos básicos repetidos y alternados): es decir, aquellos cuyas actuaciones están definidas por dos o más movimientos o gestos básicos, repetidos alternativamente a lo largo del tiempo, de modo que las actuaciones podrían ser analizadas investigando individualmente cada movimiento o gesto, gracias al teorema de la independencia de las acciones simultáneas.

• Los deportes de situación o de competición (movimientos sin patrones repetitivos): es decir, aquellos cuyas actuaciones no se caracterizan por patrones temporales repetitivos y sencillos de las actividades realizadas debido a la presencia de uno o varios oponentes. Por lo tanto, no hay un patrón fijo a lo largo del tiempo, y es posible que no se aplique el teorema de la independencia de las acciones simultáneas. Estos deportes no pueden ser investigados mediante el análisis de acciones simples sumadas o vinculadas. Debido a la presencia de oponente/s que intenta/intenta contrarrestar las habilidades realizadas y hacer que la situación en curso no sea repetible sino clasificable solo estadísticamente hablando. Por lo tanto, si el estudio de la moción, en este caso, tiene sentido solo sobre una base estadística. No tiene sentido analizarlo por la física newtoniana. Sin embargo, se requieren métodos más eficientes y menos aproximados, como la Física Estadística y, al tratarse de sistemas dinámicos, la Teoría del Caos.

La situación de los deportes se podría clasificar en: • Deportes duales • Deportes de equipo. Cada clase tiene dos subclases: • Sin contacto (con el/los oponente/s) • Con contacto (con el/los oponente/s)

1.1.12 ¿Cómo encontrar un buen judoka? ¡Con una ecuación de regresión múltiple!

Un problema muy grave está creciendo en el mundo del judo en estas pocas décadas relacionado con la individualización del talento. Están tomando prestado de otros deportes para encontrar talentos con un indicador de rendimiento bien definido o con varios. Además, el judo lo intentó de esta manera. Algunos estudios y artículos nacieron en la literatura científica de la época. La última vez, el Sr. Challis presentó un absorbente estado del arte relativo al judo para la Asociación Inglesa de Judo (2006). En cuanto a las pruebas antropométricas, se escriben explícitamente estas palabras:

> *Pruebas antropométricas: Reilly et al., (2000) utilizaron la antropometría para evaluar a los jugadores de fútbol y encontraron que tres de sus medidas, a saber, los pliegues de la piel, el porcentaje de grasa corporal y la endomorfia, discriminaban con éxito entre jugadores de subélite y de élite. Sin embargo, el grupo de edad estudiado fue mayor que el de judo TID (edad media = 16,4, rango 16,2-16,6). El judo tiene una población mucho más diversa en términos de composición corporal. A pesar de esto, Claessens, Beunen, Wellens y Geldof (1987) afirmaron que los jugadores de judo sobresalientes podrían caracterizarse como atletas de constitución robusta con un conjunto bastante "grueso". La antropometría basada en los jugadores actuales de judo de alto nivel será potencialmente de poca utilidad en el TID moderno debido a la naturaleza potencialmente diversa del deporte y la multitud de somatotipos diferentes*

Un enfoque diferente se puede encontrar en Bangladesh sobre el Equipo Nacional de Judo de Bangladesh (2005 y 2006). Quince miembros del equipo nacional de judo (7 mujeres y 8 hombres) de Bangladesh fueron medidos para el somatotipo. La evaluación de la composición corporal del 14 al 18 de diciembre de 2005 y del 1 de junio al 5 de junio de 2006, y de la India, donde en 1995 se presentó una ponencia de Dhananjoy y Kavanal. Extrapolando de otros campos deportivos, los dos autores afirmaron que las características antropométricas podrían utilizarse como justificación para dar información y predicción sobre el rendimiento como indicadores. Construyeron una ecuación de regresión múltiple para predecir el rendimiento del judo.

El enfoque de la ecuación de regresión múltiple es bien conocido en estadística. La regresión múltiple siempre se construye mediante algunos pasos lógicos estándar. Los pasos de las regresiones múltiples son los mismos.

1. Enunciar la hipótesis de investigación.

2. Enunciar la hipótesis nula

3. Recopilar los datos

4. Evaluar primero cada variable por separado (obtener tendencia central y dispersión; distribuciones de frecuencia; gráficos).

5. Evaluar la relación de cada variable independiente, una a la vez, con la variable dependiente (calcular el coeficiente de correlación; obtener un diagrama de dispersión).

6. Evaluar las relaciones entre todas las variables independientes entre sí (obtener una matriz de coeficientes de correlación para todas las variables independientes)

7. Calcular la ecuación de regresión a partir de los datos

8. Calcular y examinar las medidas apropiadas de asociación y las pruebas de significación estadística para cada coeficiente y la ecuación en su conjunto.

9. Aceptar o rechazar la hipótesis nula

10. Rechazar o aceptar la hipótesis de investigación

Solo como una observación vital sobre las limitaciones de este enfoque matemático, como la regresión simple. Las regresiones múltiples no explicarán la relación de las variables independientes con las variables dependientes si esas relaciones no son lineales. Recuérdese que el cuerpo humano no es lineal (véase el Apéndice II). No será lineal ni el rendimiento del judo ni las capacidades de los atletas. La razón principal de la ecuación fue que el judo está sujeto a dinámicas y mecánicas relacionadas con el cuerpo humano y la función de la mente. Para ahorrar tiempo y dinero (?) en la búsqueda y ayuda en la predicción de individuos que son especialmente adecuados para el judo y "... el rendimiento del jugador de judo puede predecirse mediante variables estructurales y de composición corporal seleccionadas de manera más objetiva, para ayudar a los expertos en judo (entrenadores) junto con su evaluación subjetiva".

Se elaboró una ecuación de regresión múltiple basada en 46 jugadores masculinos de judo de primera categoría que recogieron 14 variables antropométricas. Entre ellos, el "rendimiento de judo, Y ", para la predicción del rendimiento de judo. La ecuación se trazó con base en tres predictores que más contribuyeron, con la ayuda del valor medio mediante la eliminación de las variables que menos contribuyeron. La ecuación es:

$$Y = 0.514(LBM) + 0.182(UFAR) + 0.496(SH) + 18.297$$

donde LBM es masa corporal libre de grasa, UFAR = relación entre la parte superior y el antebrazo; SH = altura sentado.

Sin embargo, aunque los programas de identificación y desarrollo de talentos han ganado popularidad en las últimas décadas, sigue habiendo una falta de consenso sobre cómo debe definirse o identificarse el talento. No existe una aceptación uniforme de los marcos teóricos que guíen la práctica actual. Existe un consenso creciente entre el mundo científico y el deportivo de que es probable que los modelos tradicionales de identificación de talentos transversales excluyan a muchos. Esos niños de maduración tardía son prometedores de los programas de desarrollo, debido a la naturaleza no lineal, dinámica y multidimensional del talento deportivo. El marco óptimo aboga por que los programas de identificación y desarrollo de talentos sean dinámicos e interconectados (tareas difíciles de realizar) teniendo en cuenta el estado de madurez y las capacidades potenciales de desarrollo. Sin embargo, la ecuación de regresión múltiple

presentada está relacionada con el rendimiento del judo con una eficiencia de predicción significativa (bajo el compromiso de los autores del artículo).

1.2. Avances en biomecánica

La biomecánica es el estudio del movimiento y las fuerzas en los organismos vivos y de cómo los tejidos vivos reaccionan a estas fuerzas o las aplican. La Biomecánica del Judo, como ya se ha visto, se aplica particularmente a aquellos aspectos de la biomecánica humana que se relacionan con esta práctica deportiva. También se incluyen las propiedades mecánicas y el diseño del equipo deportivo (Tatami) y la ropa (Judo-gi). Sin embargo, el creciente conocimiento científico presiona para una revisión en profundidad de los logros bien establecidos en el mundo ordinario del judo.

La no linealidad en Biomecánica, hoy a la luz de los conocimientos modernos, cobra cada año más importancia en sus aplicaciones como la rehabilitación, el deporte y la ergonomía. A medida que los recursos informáticos se vuelven poderosos y el manejo de datos y los algoritmos se vuelven más sofisticados, el análisis de elementos finitos se está convirtiendo en una parte cada vez más importante de la investigación ortopédica biomecánica. Hasta hace poco, no existían herramientas con suficiente potencia. Existen recursos para modelar sistemas totalmente tridimensionales, no lineales, multitejidos e incluso multiarticulares. Con el rápido desarrollo de hardware informático eficiente y paquetes de software sofisticados, la optimización computarizada de los movimientos deportivos se ha convertido en un objetivo viable. Los datos específicos de cada tema se introducen en un programa informático general que permite la simulación de cualquier movimiento deportivo. En particular, se puede encontrar la forma óptima de un movimiento específico para el atleta en cuestión.

La teoría no lineal, en los últimos tiempos, ha surgido como un marco viable en la modelización del rendimiento deportivo, debido a su énfasis en los procesos de coordinación y control en los movimientos del cuerpo humano. Desde una perspectiva dinámica, el sistema de movimiento humano es una red muy intrincada de subsistemas no lineales interdependientes. (por ejemplo, respiratorio, circulatorio, nervioso, esquelético-muscular y perceptual) que se compone de muchos componentes que interactúan (por ejemplo, células sanguíneas, moléculas de oxígeno, tejido muscular, enzimas metabólicas, tejidos conectivos y huesos). En la teoría no lineal, los patrones de movimiento emergen a través de la autoorganización, en los enfoques físicos y biológicos modernos de los sistemas vivos. El problema significativo es que la no linealidad está presente en todo el mundo en el cuerpo humano. De los estados microscópicos a los patrones de movimiento macroscópicos (véase el Apéndice II para un análisis más profundo de esta evolución moderna de la visión).

Supongamos que esta evidencia científica nos muestra que el pensamiento clásico simple no es una herramienta viable para deportes cíclicos simples como correr, andar en bicicleta o remar. En ese caso, se hace evidente que el error asociado con este "pensamiento simple" a los deportes complejos de doble situación, como el judo, el boxeo y el taekwondo, será más significativo.

1.2.1 Información asombrosa en la contracción muscular

Para entender el movimiento humano, hay que entender el motor biológico que impulsa este movimiento: el músculo esquelético. Idealmente, uno querría una ley constitutiva para el músculo. Esta ecuación describe la producción de trabajo muscular y la entrada de energía química en función de las variables de estado del sistema. A menos que consideremos el estudio de Aristóteles en "De Incessu Animalium" o el primer modelo muscular propuesto por Alfonso Borelli en su obra "De Motu Animalium", las bases de la teoría de la contracción muscular fueron sentadas hace solo más de 50 años por Hill. Después de eso, se dio cuenta de que la fuerza y el movimiento en el músculo estriado no eran generados por los filamentos sino por la unión de los puentes cruzados de miosina; filamentos adyacentes de miosina y actina. Esta idea está incrustada en el modelo cuantitativo pionero de Huxley.

Desde entonces, un período prolongado de experimentación y debate ha producido una gran cantidad de conocimientos sobre el mecanismo molecular. Los modelos moleculares de contractilidad en el músculo estriado requieren una

descripción integrada de la acción de los motores de miosina, en primer lugar, en la red de filamentos del medio sarcómero. La teoría Browniana del trinquete [2] ilustra este comportamiento, pero impone restricciones anisotrópicas a la geometría del sistema. Feynman[3] concibió el primer sistema de esta naturaleza. El ejemplo de Feynman logró dos objetivos: en primer lugar, mostró la sutileza de la segunda ley de la termodinámica y, en segundo lugar, demostró cómo era posible extraer trabajo sin una fuerza de gradiente macroscópica de un sistema que está lejos del equilibrio. El ejemplo de Feynman se convirtió en el paradigma de los motores moleculares. Condujo a una amplia investigación teórica y experimental en el transporte inducido por ruido y los motores moleculares biológicos. El ejemplo de Feynman consiste en un trinquete que tiene forma de rueda como una sierra circular con dientes asimétricos (es decir, una cara de cada diente está orientada ortogonalmente a la circunferencia de la rueda, mientras que la otra cara está en un ángulo de inclinación menor que $\pi/2$). Un resorte está unido a un trinquete que evita la rotación libre del trinquete. El trinquete se conecta a una paleta mediante una varilla. Se adjunta una carga a la paleta. Asumimos que todos los elementos de la máquina son aislantes perfectos. La paleta y el resorte están en dos cajas separadas y aisladas llenas de un gas de temperatura T_1 y T_2, respectivamente (Fig. 1.2.1). Además, asumimos que el dispositivo es microscópico. En ausencia de carga, no se puede inducir ningún movimiento dirigido del trinquete si la paleta y el resorte están incrustados en baños termales de igual temperatura, a pesar de la asimetría del sistema. Sin embargo, supongamos que el resorte está incrustado en un baño termal con una temperatura T_2 inferior a T_1. En ese caso, el trinquete se moverá en sentido contrario a las agujas del reloj (Fig. 1.2.1). Por el contrario, si la temperatura T_2 es mayor que T_1, el trinquete se moverá en el sentido de las agujas del reloj. Por lo tanto, los gradientes térmicos pueden impulsar el trinquete en un movimiento dirigido o realizar trabajos contra una carga.

Los principales participantes moleculares en el proceso de contracción muscular han sido identificados como miosina II, filamentos de actina (G-actina, tropomiosina, troponina), ATP (trifosfato de adenosina), agua, Mg^{++} y Ca^{++}. Un primer paso crucial en la comprensión del mecanismo de contracción muscular fue el descubrimiento de la disposición geométrica de la actina y la miosina dentro del sarcómero. Se cree que la contracción muscular ocurre de la siguiente manera: la cabeza de miosina se une al ATP y se separa de la actina. El funcionamiento del motor de la miosina se puede entender de la siguiente manera: en el estado separado, la cabeza de la miosina está en una posición x y está sometida a un movimiento browniano libre. La distribución de probabilidad de la posición de la cabeza de miosina sigue una función gaussiana que

---

[2] El movimiento browniano fue descrito por en 1828 por el botánico inglés Robert Brown (1773-1858). Observó al microscopio que en una suspensión de polen de Clarkia pulchella en agua los granos tenían un movimiento muy accidentado, en zig-zag. Brown llegó a la conclusión de que estos movimientos no surgían de corrientes en el líquido que los contenía, sino que eran propios de la misma partícula. En un principio se sugirió la hipótesis de que el movimiento se pudiera deber a que el polen tuviese vida; esto se desechó al comprobar que tanto el polen de plantas que habían muerto muchos años antes como las partículas minerales en suspensión presentaba el mismo movimiento. Otras hipótesis apuntaban a que las fuerzas eléctricas empujaban a las partículas de un lado a otro, a la convección, la evaporación o la luz. Finalizó el siglo XIX sin una explicación convincente de la naturaleza de este fenómeno. En esa época aún era cuestionada la estructura atómica de la materia.
El movimiento browniano es el movimiento aleatorio observado en partículas del orden mesoscópico (partículas brownianas) debido a las incesantes colisiones de las partículas del orden microscópico que conforman el fluido circundante en que se encuentran inmersas.
Einstein señaló la relación que existía entre el movimiento y el calor y destacó que el calor se traduce en el movimiento aleatorio de las partículas. Dedujo en su artículo parte de la teoría matemática que subyace al movimiento browniano. Cuanto más pequeña es una partícula más sensible es su movimiento respecto a las partículas del medio y más caótica es su trayectoria. Obtuvo predicciones cuantitativas que podían comprobarse con resultados. Concluyó que la segunda ley de la termodinámica únicamente se cumple en promedio y que el movimiento de las partículas está relacionado con la temperatura del fluido, con su viscosidad, con las dimensiones de las moléculas y con el número de Avogadro, número de átomos o moléculas que contiene un mol de una sustancia. En un principio este número se calculó en 6.4×10^{23}. Hoy día se ha calculado con más exactitud 6.023×10^{23}.

[3] Richard Phillips Feynman (Queens, Nueva York; 11 de mayo de 1918-Los Ángeles, California; 15 de febrero de 1988) fue un físico teórico estadounidense conocido por sus trabajos en la formulación por integrales de camino en la mecánica cuántica, la teoría de la electrodinámica cuántica y la física de la superfluidez del helio líquido subenfriado, así como en la física de partículas, campo en el que propuso el modelo Partón. Por sus contribuciones al desarrollo de la electrodinámica cuántica, Feynman, junto con Julian Schwinger y Sin-Itiro Tomonaga, recibió el Premio Nobel de Física en 1965.

se extiende a lo largo del tiempo. Una vez que la reacción química ha avanzado la cabeza de miosina al estado adjunto, debido a la asimetría del potencial en este estado, es más probable que la cabeza de miosina se ubique en la posibilidad con una pendiente negativa que en la parte con una pendiente positiva. Por lo tanto, es más probable que la cabeza de miosina ejerza una fuerza positiva (lo que acortaría el sarcómero) que una fuerza negativa. Todo esto significa que cada cabeza de miosina no logra un movimiento de tracción determinista en una sola dirección (aumentando la contracción). Sin embargo, aleatoriamente cada cabeza puede unir el filamento de actina en ambas direcciones hacia adelante y hacia atrás. Sin embargo, el movimiento resultante será estadísticamente en la dirección de contracción.

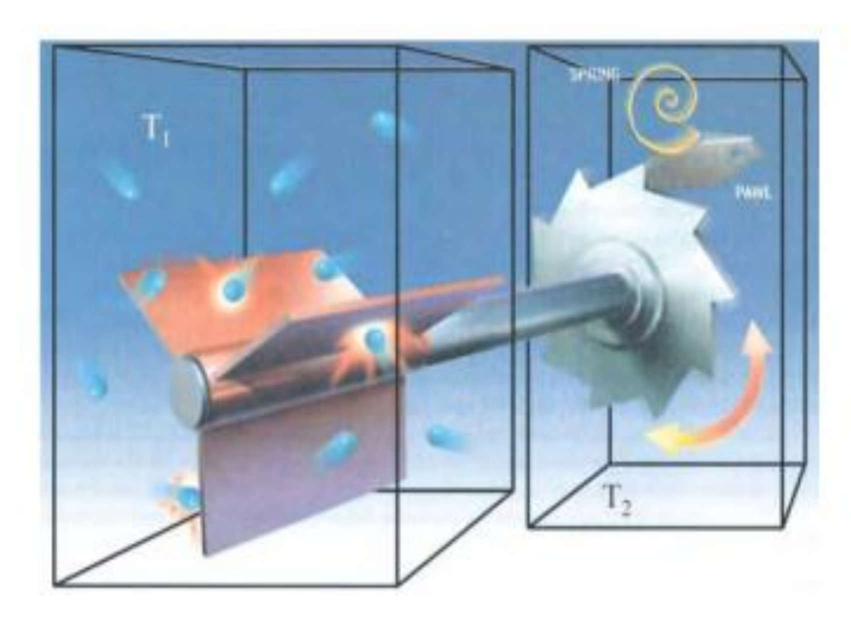


Figura 1.2.1. Un trinquete y un trinquete de Feynman. La paleta y el resorte están en dos cajas separadas y aisladas llenas de gas de temperatura T1 y T2. Las partículas brownianas chocan con la paleta y proporcionan suficiente energía para mover el trinquete al siguiente diente. La fluctuación del resorte unido al trinquete permite una rotación de la rueda hacia atrás. Si las temperaturas T1 y T2 son iguales, no puede haber movimiento neto del trinquete. Si T1 es mayor que T2, el trinquete se moverá en el sentido contrario a las agujas del reloj, mientras que, si T1 es menor que T2, el trinquete se moverá en el sentido de las agujas del reloj. El trinquete y el trinquete de Feynman ilustran cómo el ruido aleatorio proveniente de fluctuaciones fuera del equilibrio puede inducir un movimiento dirigido junto con la anisotropía del sistema. (Adaptado de la referencia 66 con autorización). Astumian, R. D. (2001) Making moleculas into motors. Sci. Am. 285, 57–64.[4]

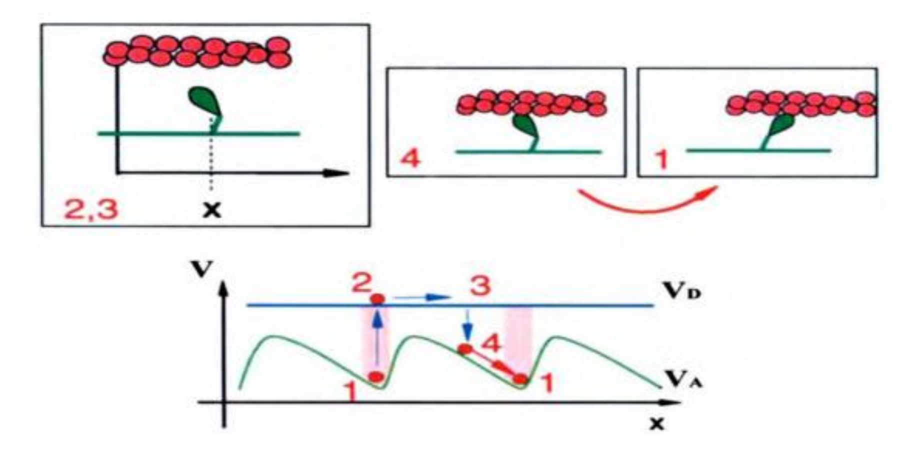


Figura 1.2.1.b. Modelo de trinquete para la contracción muscular. En el estado adjunto, la cabeza de miosina se encuentra en un mínimo local del potencial de interacción entre la actina y el filamento de miosina (potencial VA(x)) (1). Una vez que el ATP se adhiere

[4] Feynman, R. P., Leighton, R. B., and Sand, M. The Feynman Lectures on Physics. Addison Wesley Reading, MA

a la cabeza de miosina, ésta se desprende del filamento de actina. Sufre un movimiento browniano libre (2 y 3). Después de la hidrólisis del ATP, y debido a la asimetría del potencial una vez que la cabeza de miosina está unida al filamento de actina, la cabeza de miosina se encuentra principalmente en una región de pendiente negativa en el potencial VA(x), permitiendo que la fibra se acorte y produzca fuerza (4). (Reimpreso con autorización). Julicher, F. Generación de fuerza y movimiento en motores moleculares: una descripción genérica. En: Transporte y estructura en fenómenos biofísicos y químicos. Muller, S. C., Parisi, J. y Zimmermann, W., (eds.). Apuntes de conferencias sobre física, Springer, Berlín, 1999

1.2.2 Fractales[5] en la frecuencia cardíaca

No sólo el cuerpo humano, sino también la actividad de la vida humana no es lineal. Desde el punto de vista del sistema, el ser humano es el sistema más complejo de la naturaleza. Para un sistema fisiológico de este tipo, con la mayor complejidad en tejidos, estructura y función, incluso si la gente ya lo conoce, todavía hay mucha información desconocida. Por ejemplo, desconocemos la cantidad de variables independientes que lo controlan, lo que dificulta la constitución de un modelo valioso de su acción dinámica. Durante mucho tiempo, los biomecánicos solían simplificar y abstraer este sistema complejo estableciendo un modelo lineal ideal y dando al modelo análisis y procesamiento lineal en el dominio del tiempo, dominio de la frecuencia, transformación tiempo-frecuencia; este modelo fue beneficioso especialmente en el acondicionamiento deportivo, como podemos ver en el capítulo 4. La práctica a finales del medio siglo demostró que no basta con utilizar simplemente los métodos de análisis lineal para estudiar las actividades esencialmente no lineales.

Una característica distintiva del sistema humano no lineal es que existen interacciones entre las partes que lo componen. Por lo tanto, la salida del sistema no es directamente proporcional a la entrada, y el principio de superposición lineal no es aplicable. La no linealidad es hoy en día un punto focal de la investigación en ciencias naturales. La comprensión de la no linealidad ha profundizado nuestro conocimiento de muchos conceptos como el determinismo y la aleatoriedad, la simplicidad y la complejidad, el ruido y el orden, que influirán profundamente en el desarrollo de todas las aplicaciones de las ciencias de la vida, incluidos los deportes.

En las últimas dos décadas se han realizado intensas investigaciones sobre la teoría de la dinámica no lineal, fractal y caos. Las ideas y métodos de la teoría se han aplicado a casi todas las ramas de las ciencias y, en particular, a la fisiología humana. En el campo de la dinámica cardiovascular, varios informes sobre no linealidad, fractal y caos se han centrado en las estructuras de los tejidos cardíacos, la distribución de los nervios y el control de la frecuencia cardíaca. El análisis no lineal de las actividades eléctricas cardíacas es un campo de investigación atractivo y un tema de investigación frontal en el mundo. Especialmente en los últimos 20 años, los investigadores en este campo han realizado muchos trabajos interesantes. Necesitamos extender y profundizar los métodos aritméticos tradicionales y aumentar la velocidad de cálculo para analizar la información no lineal. A continuación, es posible introducir algunos métodos de análisis de señales eléctricas cardíacas existentes, como la multifractalidad, la entropía, etc. Por último, encontrar algunos parámetros no lineales adecuados para series temporales cortas, de cálculo rápido y sensibles al estado fisiológico y a variaciones como el acondicionamiento en el deporte. Por ejemplo, la actividad física también puede proporcionar un análisis más relevante de la función autonómica cardíaca.

[5] Un fractal es un objeto geométrico cuya estructura básica, fragmentada o aparentemente irregular, se repite a diferentes escalas. El término fue propuesto por el matemático Benoît Mandelbrot en 1975 y deriva del latín fractus, que significa quebrado o fracturado. Muchas estructuras naturales son de tipo fractal. Wikipedia

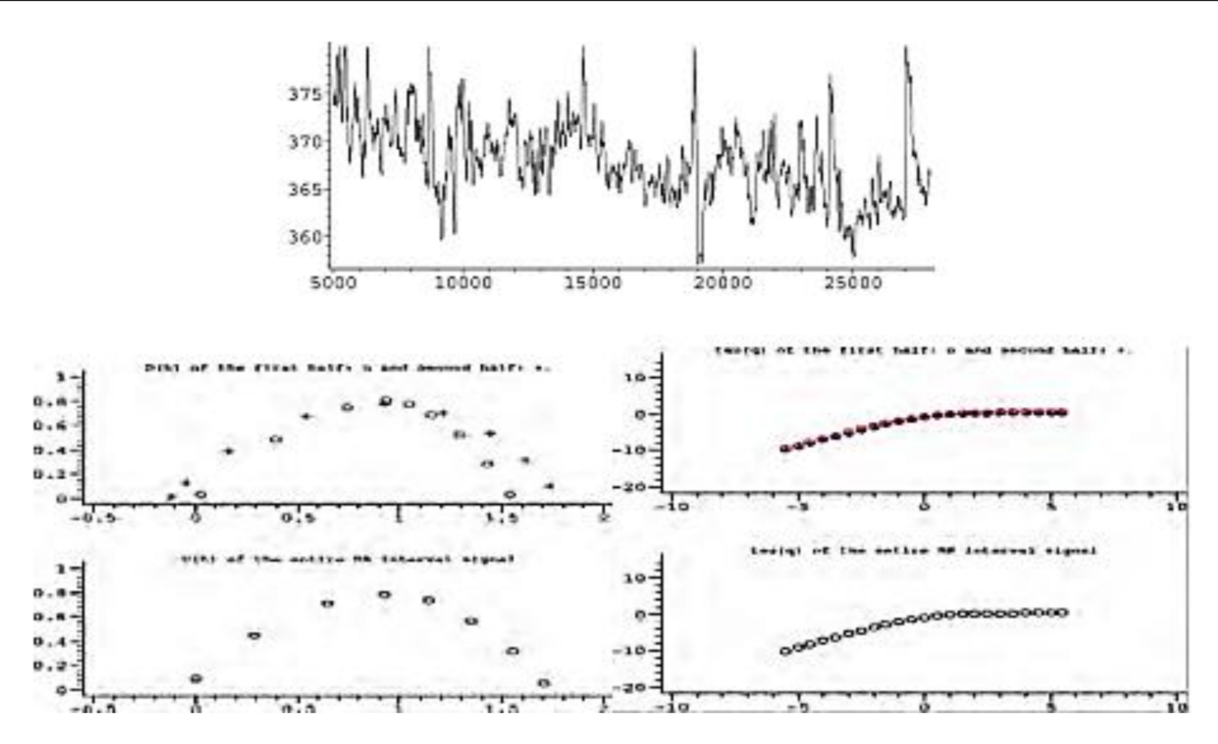


Fig 1.2.2. a,b,c= series temporales de frecuencia cardíaca y su evaluación fractal

1.2.3. Fractales en los patrones de respiración

En humanos adultos y atletas, la respiración se caracteriza por una variabilidad considerable en la frecuencia, duración y amplitud de las respiraciones. Por lo general, la base de la variabilidad de estos parámetros respiratorios se basa en dos posibilidades. En primer lugar, a excepción de algunas correlaciones de corto alcance, las fluctuaciones en la respiración pueden ser aleatorias, es decir, no correlacionadas. Aunque influenciado por eventos (respiraciones) en el pasado reciente, el valor presente del parámetro medido no estaría relacionado con eventos en la historia lejana. La segunda posibilidad es que también existan correlaciones de largo alcance entre las fluctuaciones en uno o más de los parámetros respiratorios. Si es así, sería esencial definir la duración de la memoria en el sistema. El término "memoria" se utiliza en el marco de tiempo en el que se correlacionan más de una serie de respiraciones. Si la memoria se extiende a lo largo de más de una escala de tiempo, las fluctuaciones se modelarían mejor como si surgieran de un proceso fractal (invariante de la escala de tiempo) en el que el valor presente de la propiedad medida está relacionado con eventos en el pasado distante. El término "escala de tiempo" se refiere a la resolución temporal utilizada para medir los parámetros de interés. La siguiente figura muestra la correlación fractal en el patrón respiratorio de un hombre adulto.

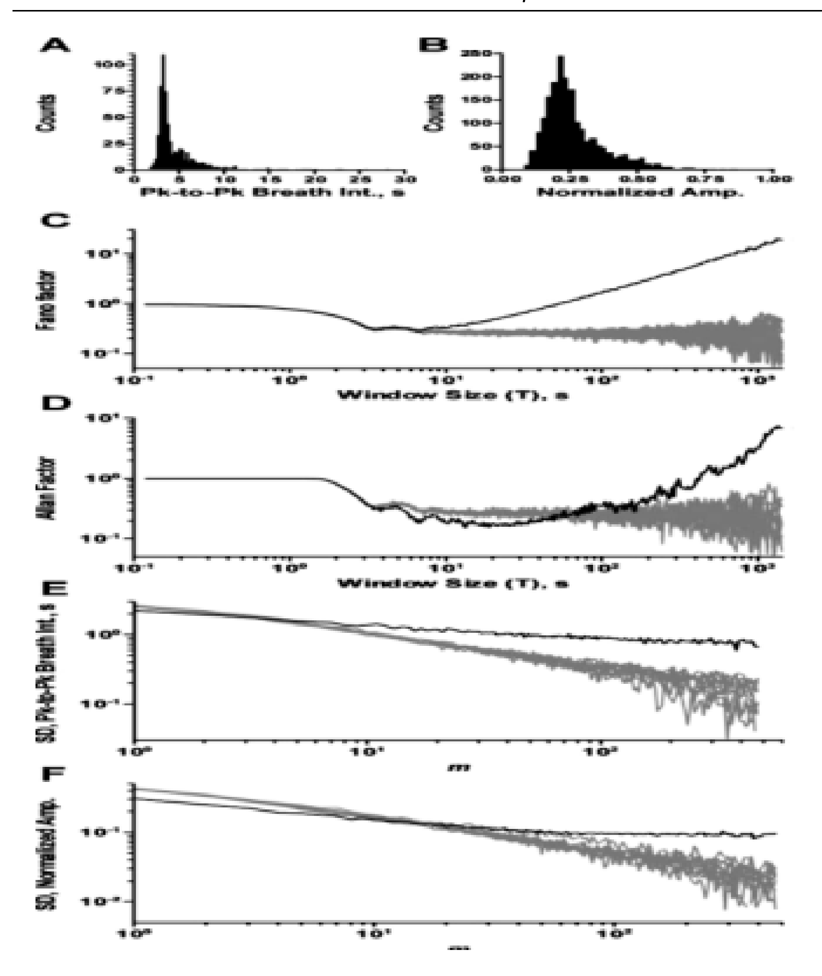


Fig.1.2.3.a. Muestra un análisis fractal del patrón respiratorio en un sujeto con sus fluctuaciones: varias respiraciones, período respiratorio y amplitud de la respiración fueron fractales. A: distribución de 1.884 intervalos respiratorios de pico a pico (Pk-to-Pk Breath Int.). B: distribución de 1.885 amplitudes respiratorias normalizadas (Amp.). Al menos un recuento tiene una amplitud normalizada de 1,0 en esta y en todas las distribuciones de amplitud posteriores. C: Curvas del factor Fano para la serie temporal original (trazado negro) y diez sustitutos (trazados grises). D: curvas del factor de Allan para la serie temporal original (trazado negro) y diez sustitutos (trazados grises). E: análisis de dispersión de la serie temporal original de intervalos respiratorios de pico a pico (trazo negro) y diez sustitutos (trazos grises). DE: desviación estándar. F: Análisis de dispersión de series temporales originales de amplitudes respiratorias y diez sustitutos.

En estadística, el factor de Fano[1], al igual que el coeficiente de variación, es una medida de la dispersión de un proceso de conteo. Originalmente se utilizó para medir el ruido de Fano en detectores de iones. Lleva el nombre de Ugo Fano, un físico italoamericano.

1.2.4 Multifractales en la marcha humana

Como ya se ha dicho, las acciones humanas se basan en patrones espacio-temporales generados por un sistema dinámico no lineal complejo y variable en el tiempo. Una descripción completa de este sistema requerirá la enumeración de todas las variables independientes, sus complejas interdependencias, el conocimiento de las ecuaciones diferenciales que controlan su evolución y un conjunto de condiciones de contorno satisfechas por el propio sistema. Idealmente, a todo biomecánico le gustaría obtener una descripción completa para que pueda ser utilizada para controlar, predecir y extraer características del sistema dinámico de una manera determinista. Sin embargo, en escenarios prácticos obtener una descripción analítica completa es prácticamente imposible. Caminar es un proceso complejo que solo recientemente hemos comenzado a comprender mediante la aplicación de técnicas de procesamiento de datos no lineales a series temporales de intervalos de zancada. Como es bien sabido, caminar consiste en una secuencia de pasos divididos en dos fases: una fase de apoyo y una fase de balanceo. La fase de apoyo se inicia cuando un pie hace contacto con el suelo y termina cuando se levanta. La fase de balanceo se activa cuando se levanta el pie y termina cuando vuelve a tocar el suelo. El intervalo de zancada es el tiempo para completar cada ciclo. En la Fig. 1.2.4a se muestran las series temporales típicas de intervalos de zancada para un sujeto adulto en marcha libre y restringida por metrónomo en regímenes regulares, rápidos y lentos.

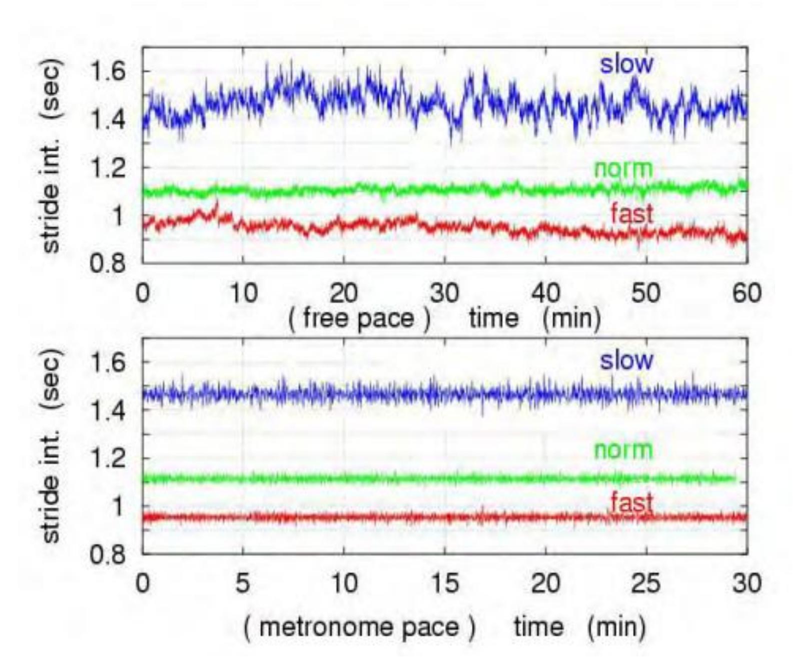


Fig 1.2.4 a: Serie de tiempo típica de intervalos de zancada en condiciones de ritmo libre y de metrónomo para ritmos normales, lentos y rápidos.

Al estimar la distribución de los exponentes de Hölder, se ha demostrado que la serie temporal del intervalo de zancada para la marcha normal muestra propiedades fractales como el ruido 1/f y es débilmente multifractal. La serie temporal puede ser no estacionaria, y su variabilidad fractal cambia en diferentes regímenes de modos de marcha. En particular, la persistencia y la multifractalidad de las series temporales de intervalos de zancada tienden a aumentar ligeramente tanto para los ritmos lentos como para los rápidos por encima del ritmo medio.

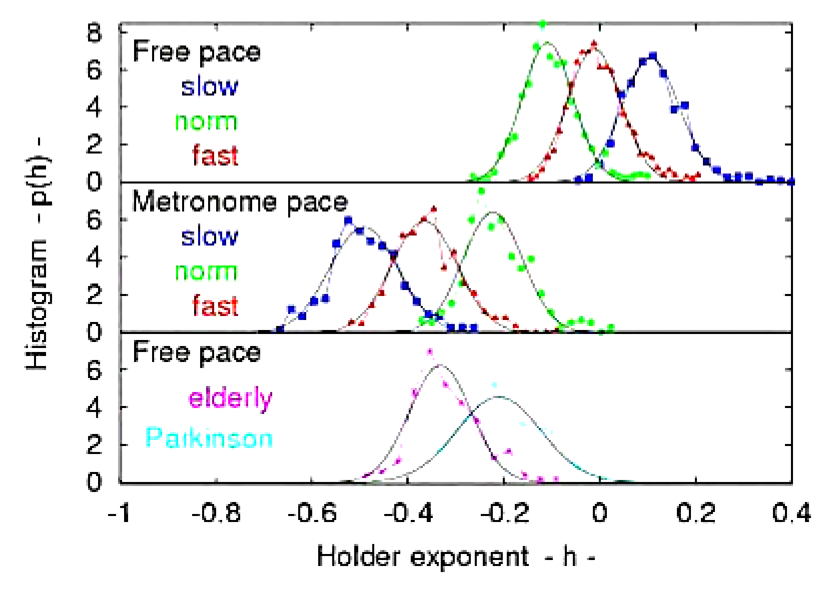


Fig1.2.4.b: Histogramas típicos del exponente de Hölder para la serie de intervalos de zancada en condiciones de marcha libre y metrónomo para ritmos normales, lentos y rápidos y para personas mayores y un sujeto con enfermedad de Parkinson. Los datos se reportan utilizando el promedio de los sujetos. Los histogramas promedio están equipados

Entonces, como vemos antes, hoy en día, la biomecánica y la fisiología, la física, la biología, y muchas disciplinas científicas relacionadas con la vida se enfrentan a la complejidad asociada a la no linealidad presente en el cuerpo humano, que muestra un patrón de autoorganización y fractales tanto estático como dinámico, (ver Apéndice II) en muchas manifestaciones microscópicas y macroscópicas o internas y externas. Este constante comportamiento no lineal bajo

sospecha de la aproximación lineal hasta hoy es utilizado en biomecánica o condicionamiento, especialmente para deportes complejos como el judo. Sin embargo, en la primera aproximación, la perspectiva lineal puede ser aceptable para explicar los conceptos y movimientos básicos del judo. Esta afirmación, sorprendentemente, garantiza que los fundamentos de Kano son científicamente correctos en primera aproximación, o más pictóricamente, las raíces japonesas del judo son profundas y poderosas.

1.2.5 Actualidad: acortar el tiempo de reacción mediante el entrenamiento visual.

Entrenamiento visual

El tiempo de reacción depende de la actividad del SNC. El tiempo de reacción transcurre desde el inicio repentino de un estímulo hasta el comienzo de una respuesta de movimiento (Oxendine, 1968). El punto crítico aquí es que, al igual que el tiempo de respuesta, comienza con la introducción del estímulo, pero termina al comienzo de la respuesta, antes de que comience el acto motor. En los atletas, al igual que en las personas, es posible identificar dos tipos principales de tiempos de reacción: el tiempo de reacción acústica, como el de los velocistas, y el tiempo de reacción visual, como, por ejemplo, los saques de tenis. En el judo, teniendo en cuenta que los estímulos acústicos, vestibulares, táctiles y cinestésicos también pueden estar involucrados en la toma de decisiones rápidas durante las peleas de judo, el tiempo de reacción está relacionado con la reacción ante un ataque real.

Por lo general, esta característica específica podría evaluarse como un 5% acústica, un 90% visual, un 5% otras. Las siguientes dos figuras descubren el diseño de investigación utilizado por Kubota y sus colaboradores (2013) para realizar una investigación emocionante sobre el tiempo de reacción visual del judo para la acción defensiva relacionada con el aumento de la fuerza de agarre.



Fig 1.2.5. a,b Diseño y movimiento realizados durante la investigación de Kuroda

Los resultados mostraron que, al aumentar la fuerza de sujeción, aumenta el tiempo de reacción. Como se muestra en la siguiente tabla.

Fuerza de agarre	0%	20%	50%	80%
Tiempo de reacción	0.341	0.354	0.361	0.370

Cojocariu y Abalasei (2014) encontraron resultados diferentes, probablemente porque utilizaron para la investigación una configuración más clásica, alejada de la situación de competición de judo. En su estudio, los atletas de Judo siempre mostraron un tiempo de reacción visual más corto que el grupo de control, pero las diferencias no fueron estadísticamente significativas. En la siguiente tabla se presentan los resultados de esta investigación.

Test	*Group 1 students (n = 20)*	*Group 2 judo (n = 8)*
Simple reaction time [ms] (Test 1)	*238,7 (6.8)*	*233.6 (5.0)*
Choice reaction time [ms] dominant hand (Test2)	*421.3 (9.5)*	*404.1 (11.0)*
Choice reaction time [ms] non-dominant hand (Test3)	*425.9 (10.2)*	*409.0 (13.6)*
Choice reaction time [ms] dominant hand (Test4)	*407.8 (8.1)*	*391.0 (11.9)*
Choice reaction time [ms] non-dominant hand (Test4)	*418.5 (16.2)*	*395.3 (18.6)*

Tab.1.2.5.b Tiempos de reacción simples y de elección

A veces, la baja concentración es el resultado de un mal control ocular. Con el entrenamiento visual, uno puede aprender a concentrarse e ignorar las distracciones. En el judo, la atención visual debe cambiar rápida y fluidamente, con un movimiento ocular continuo. La concentración correcta con una mente clara se incrementa con la capacidad de mover solo los ojos, no la cabeza. El movimiento de la cabeza y el cuello aumenta la tensión sobre el sistema de equilibrio, con el resultado probable de un error de juicio visual. El secreto de la concentración correcta es mantener ambos ojos en el estímulo sin distraerse con el fondo, las imágenes periféricas, las sombras, los cambios de color y los sonidos y movimientos extraños.

Pero, ¿cuáles son las habilidades visuales cruciales para el éxito del judo?

- Agudeza visual dinámica: Ver con nitidez y claridad cuando un adversario está en movimiento.
- Flexibilidad de enfoque: La capacidad de reenfocar rápidamente a diferentes distancias, movimientos del adversario
- Coordinación ojo-mano/pie/cuerpo: Controlar los movimientos musculares para que coincidan con un estímulo visual
- Binocularidad/Estereopsis: Uso coordinado de ambos ojos para ver la profundidad y la distancia con precisión
- Conciencia periférica: La capacidad de concentrarse en un particular mientras se mantiene la conciencia de los demás
- Visualización: La habilidad de revisar mentalmente una situación y guiar al cuerpo para que reaccione de manera eficiente
- Seguimiento visual: fijando y siguiendo con precisión las partes móviles del cuerpo del adversario.

Una interesante tesis doctoral de la Universidad de Bolonia, "Visual scanning in sports action comparison between soccer goalkeepers and judo fighters" (2010), analiza en profundidad esta área no tan estudiada del judo.



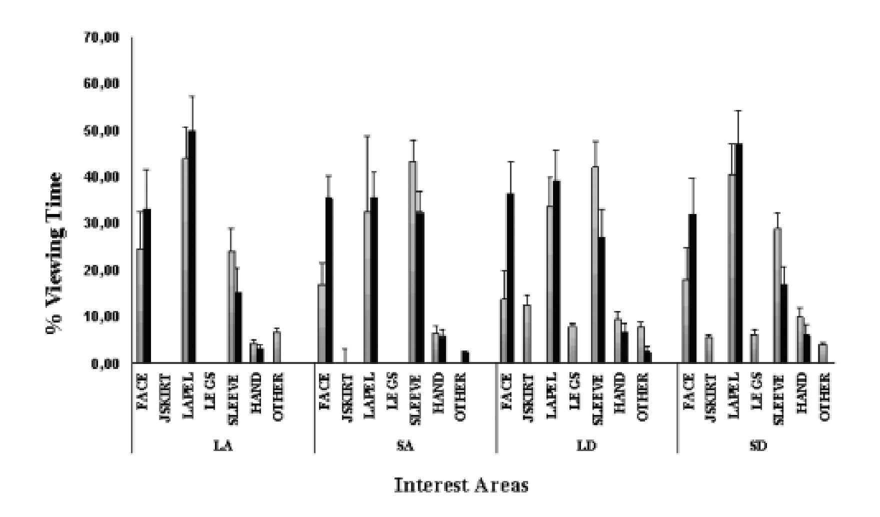
Figure 4. EyeLink II eye movements system consists of two miniature cameras (A) mounted on a leather-padded headband computing the relative positions of the pupil in relation to the image recorded by a scene camera (B).

Fig.1.2.5 c EyeLink analyzer



Figure 5. Procedure of Judo study showing gaze image (A), motor image (B) and gaze cursor (C). In the motor image, with Blue Judogi Emanuela Pierantozzi, and with White Judogi the participant who is wearing the silicon swim red cap and the EyeLink II.

Figura 1.2.5.d,e. Diseño de la investigación del judo.



Diag-1.2.5.a Porcentaje de tiempo de fijación en ataque y defensa manga/solapa

El judo no es diferente de otros deportes. Las fijaciones de los ojos están dirigidas al objetivo, pero los atletas utilizaron una estrategia de mirada para anticipar el movimiento del oponente para alcanzar el objetivo correcto o evitar su acción en el instante adecuado. Los novatos, que hacen más fijaciones de corta duración, hacen esta predicción principalmente mirando los segmentos del cuerpo en movimiento. Sin embargo, los expertos analizan la zona central del cuerpo que da información sobre la intención del ataque como "peligrosa" o no.

Últimas noticias sobre el entrenamiento visual

Como podemos ver en el párrafo anterior, el entrenamiento visual es fundamental para los deportistas de judo. Sin embargo, hoy en día no es reconocido por la gran parte de las Federaciones Nacionales. La importancia de este entrenamiento fue reconocida en un primer momento por los equipos de béisbol profesional en los Estados Unidos. A partir de 1984 con la fundación International Academy of Sports Vision, las técnicas de entrenamiento visual también se aplicaron a todos los atletas olímpicos de EE. UU. En la última época, el entrenamiento visual se aplicó en los deportes de Raquet. Es crucial aumentar la velocidad de enganche visual y la coordinación ojo-brazo. La base científica es la plasticidad del SNC (la capacidad del Sistema Nervioso Central para cambiar y adaptarse al rendimiento mejorado), con la aplicación del biofeedback y el Entrenamiento de Respuesta Cortical CRT.

En resumen, el resultado más relevante con la TRC es que los atletas con este tipo de entrenamiento neuronal pueden potenciar y aumentar la respuesta cortical poniéndola bajo su control voluntario. En el estudio, alrededor de 15 atletas de tenis (Segnalini y colaboradores 2015), para 14, se evaluaron mejoras impresionantes. Por un lado, no hubo mejoras. Para los 14 sensibles a este entrenamiento, los resultados se muestran en la siguiente tabla.

Variables	Pre	Post
Sensibilidad visual	Media (Dioptrias)	Media (Dioptrias)
Sensibilidad de contraste	1.4%|	0.4%|
Velocidad de reacción (PEV)	106 mmSs (P100)	1º1 mm/s (P100)
Eidomorfometría	0.4 mm	0.2 mm

Resultados del entrenamiento visual para tenis.

Es esencial para nuestra información que la velocidad de la señal de la corteza con este entrenamiento se mejore desde un tiempo de transmisión de 600 ms a 400 ms, con un aparente aumento en el tiempo de reacción de los atletas. Todos los sujetos muestran la misma reacción subjetiva “Después de este entrenamiento, tenemos la sensación de que todo avanza a cámara lenta".

Un tiempo de transmisión más corto desde el ojo a la corteza visual disminuye automáticamente el tiempo de reacción a los movimientos del adversario, con la mejora crítica de las actitudes tanto defensivas como de ataque.

Las siguientes figuras muestran las vías de la corteza visual.

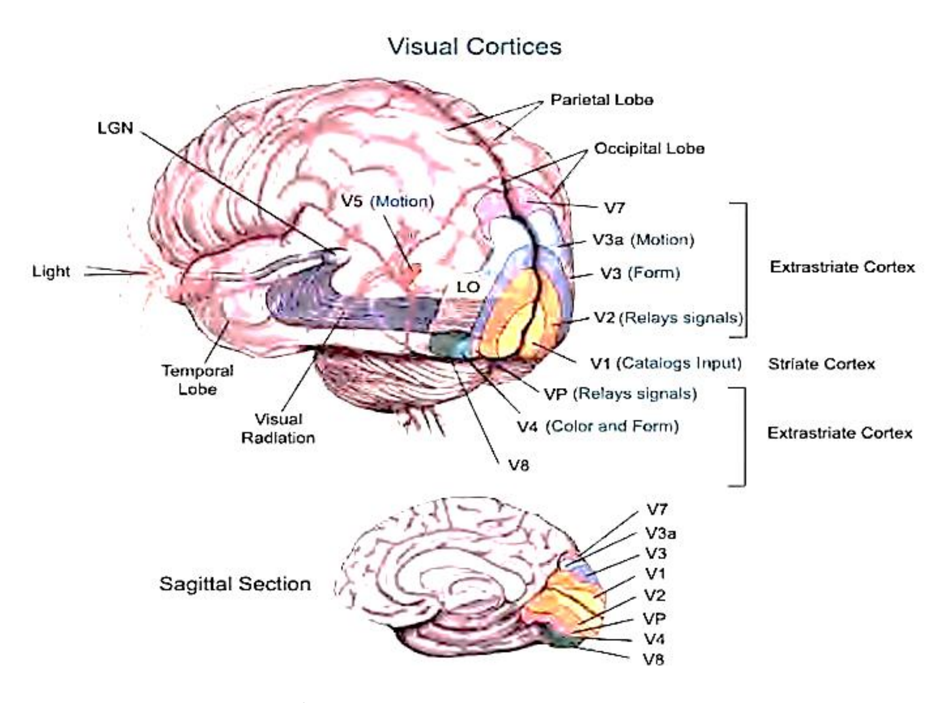


Fig. 1.2.5.g Vías de la corteza visual

Bibliografía

[1] Bellinger, A.M., Mongillo M., Marks A.R. Stressed Out: The Skeletal Muscle Ryanodine Receptor as A Target of Stress. J. Clin. Invest. 118:445–453, 2008.

[2] Bratić, M., Nurkić M., Soufleris E., Kolias C. The Motor, Functional and Psychological Status of Selected Judoka. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22- 24.09, 2006.

[3] Bratić, M. The Quantitative Changes That Originated from The Application of Different Methodological Procedures in The Process of Acquiring and Improving Complex Motoric Movements In Judo. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006., Series: Physical Education Vol. 1, No 5, pp. 39 – 45, 1998.

[4] Chalghaf N, Sbaa S, Leveque M, Azaiez F. Judo's Mental Imagery Training and Technical Acquisitions among High Institute Students IOSR Vol 2 Issue 1 August 2013

[5] Cojocariu & Abalasei, Does the reaction time to visual stimuli contribute to performance in judo? Archives of Budo vol.10, 73-78, 2014 [

6] Elvira, J.L.L. Analisis Biomecanico De Las Manas De La Lucha Leonesa. Doctor en Ciencias de la Actividad Fisica y el Deporte, Universidad de Leon, Departamento de Fisiologia, Leon, 2000.

[7] Haywood, K.M., Getchell N. Principles of Motion and Stability. The Physics of Constraints. Chapter 6 in Life Span Motor Development, Third Edition, Champaign, IL: Human Kinetics, 2001.

[8] Hadjiosif A, Smith M, Flexible Control of Safety Margins for Action Based on Environmental Variability. The Journal of Neuroscience, June 17, • 35(24):9106 –9121, 2015.

[9] Heuer H, Keele S. Handbook of Perception and Action Vol 2 Motor Skill Academic Press 1994 ISBN 0-12-516162-X

[10] Hung & Macari Pallis Biomedical Engineering in sports Springer Science 2004 ISBN 978-1-4613- 4706-4 ISBN 978-1-4419-8887-4 (eBook)

[11] Ismail S, Mohamad M, O Syazarina, Nafisah W. Hand grips strength effect on motor function in human brain using fMRI: a pilot study. Journal of Physics: Conference Series 546 (2014) 012005

[12] Jagiełło, W., Kalina R.M. Properties of motor development in young judokas. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006.

[13] King, M., H.G. Raucha, D.J. Steinb, S.J. Brooks. The handyman's brain: A neuroimaging metaanalysis describing the similarities and differences between grip type and pattern in humans. Neuroimages, 2014.

[14] Kubota H, Watanabe N, Watanabe R, Sato T, Yamamoto H, Effect of handgrip exertion on defensive motion reaction time in judo competitors, Gifu University Japan 20

[15] Lech, G., Sterkowicz, S., Rukasz W., Pytliński P. Influence of body height of junior judoka on their tactical and technical schooling and the level of their achievements. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006.

[16] Milojević, A., Bratić M., Petrušić G., Kafenterakis I. Characteristics of the psychophysical structure of top judo players. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006.

[17] Mizuguchi N, Nakata H, Uchida Y, Kanosue K, Motor imagery and sport performance J Phys Fitness Sports Med, 1(1): 103-111, 2012.

[18] Nagami T, Tsuchia N, Sports Performance Springer ISBN 978-4-431-55314-4. 2015.

[19] Nemeth T, Greenberg M, Judo American Optometric Association 1998.

[20] Pocecco, E. Age- and gender-specific physiological characteristics of judo athletes. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006.

[21] Piras Visual Scanning in Sports Actions: comparison between Soccer Goalkeepers and Judo Fighters Master Thesis Bologna University, 2010.

[22] Sacripanti A, Biomeccanica degli sport “Un viaggio nella fisica degli Sport.” Edizioni il vascello ISBN 88-89448-00-8 Roma 2004.

[23] Saito, H., Kimura M., Matuzaki Ai, Masaki Y., Shinohara S. Optimum intensity of the Warming up in the judo game. The Annual Reports of Health, Physical Education and Sport Science, Vol. 21, 7- 19, 2002.

[24] Signalini Sport Vision il personal trainer della visione Roma CONI Olympic Seminar 2016.

[25] Singh D, Jaisval A, A Comparative Study of Male Combative Athletes on Reaction Ability, Physical Education Volume: 4 | Issue: 12 | • ISSN No 2277 – 8179, December 2015 0.

[26] Trumbover R, Krutky M, Yang S, Perreault Use of Self-Selected Postures to Regulate MultiJoint Stiffness During Unconstrained Tasks Plos One Vol 4 Issue 5 May 2009.

[27] Williams A, Davids M, J Williams. Visual Perception and Action in Sports Routledge ISBN 0- 203-97995-8. 2000.

[28] Yarrow K, Brown P, Krakauer W, Inside the brain of an elite athlete: the neural processes that support high achievement in sports. Neuroscience Vol 10, August 2009.

PARTE II

PRINCIPIOS BÁSICOS DEL JUDO

Capítulo 2: Principios Básicos Del Judo

Índice de contenido

2.1. Desequilibrios en línea recta (Happo no Kuzushi)

Anteriormente, probamos el concepto físico y la definición matemática del equilibrio del cuerpo rígido colocado a nivel horizontal y los aspectos biomecánicos del equilibrio del cuerpo humano. En este párrafo, hablaremos del desequilibrio del cuerpo humano, considerando los rudimentos más importantes de Jigoro Kano sobre este concepto y el aumento de Kudo, examinándolo detenidamente desde un punto de vista biomecánico y físico. Kano, que fue alumno de una antigua escuela de Jujitsu-Kito Ryu, durante el entrenamiento de randori con Ikubo, se centró en el concepto de ruptura de equilibrio del rival, para conseguir mejores técnicas de lanzamiento. Una ejecución eficaz de esta técnica, entre dos luchadores con el mismo físico y fuerza, se basa en la forma de desequilibrar a uno de los competidores. El jujutsu de la vieja escuela consiste en romper la condición del cuerpo, que ha perdido el equilibrio. Se llama kuzure-no-jotai (estado de equilibrio roto). A veces, el propio oponente pierde el equilibrio. En otras ocasiones, destruyes positivamente el equilibrio del oponente, llevándolo a una postura vulnerable. En Judo, cada técnica se analizó primero en tsukuri (acción preparatoria) y kake (ataque). La acción preliminar se divide a su vez en aite-no-tsukuri (preparar al oponente) y jibun-no-tsukuri (prepararse a sí mismo). Preparar al oponente consiste en destruir el equilibrio del oponente antes de realizar una técnica y ponerlo en una postura en la que sea fácil aplicarla. Al mismo tiempo, el propio concursante debe estar en una postura y posición en la que sea fácil utilizar una técnica. Esta es la preparación del yo.

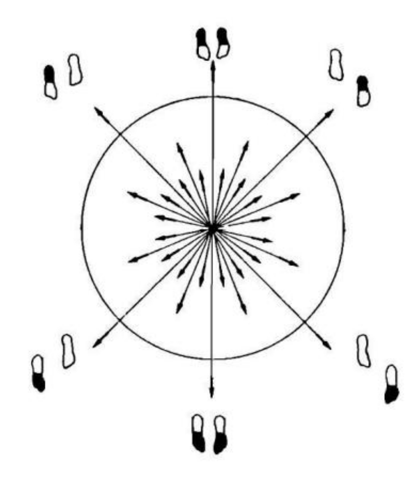


Fig 2.1.a Roppo No Kuzushi

Estas observaciones, sobre el concepto de desequilibrio, producen la elaboración del principio "roppo no kuzushi", "seis direcciones fundamentales del desequilibrio" que se convirtieron bajo el Kodokan, "happo no kuzushi", ocho direcciones precisas de desequilibrio recto. La palabra kuzushi (desequilibrio) Kano la asoció con el concepto de "máxima potencia en una técnica de lanzamiento con mínima energía muscular". Esta noción ya fue desarrollada por la escuela de jujitsu Kito-Ryu, aunque fuese de forma de señal de advertencia. Teniendo en cuenta la fase dinámica específica de la lucha, la cuestión principal era el desequilibrio del oponente, seguramente más complejo y articular el desequilibrio de un cuerpo pasivo e inmóvil.

La solución biodinámica de esta cuestión requiere estudios meticulosos sobre las fuerzas en acción; dirección correcta para desequilibrar el cuerpo del rival; movimiento correcto para preparar una técnica de lanzamiento eficaz; una forma de efectuar agarres; cambio de dirección o marchas, etc.

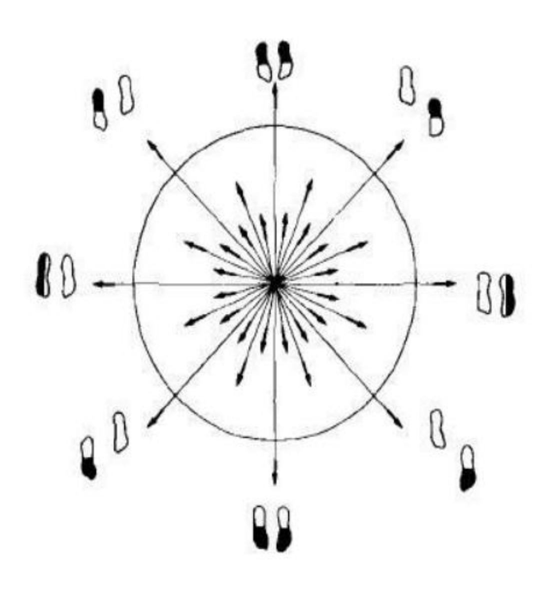
Jigoro Kano probó científicamente, primero lanzamientos con rival estático, go-kyo, (fase estática) en uchi-komi. Luego estudió los principios sobre el lanzamiento en movimiento dinámico, nage-no-kata (fase dinámica). De acuerdo con sus análisis biomecánicos de evolución, Kano y sus ayudantes definieron tres fases diferentes en la acción dinámica y estática del lanzamiento: Tsukuri, Kuzushi, Kake.

La palabra *Tsukuri* (construcción), engloba el conjunto de los innumerables movimientos que el competidor puede realizar para preparar la realización de una técnica de lanzamiento. Con Yokoyama y Oshima, Kano utilizó Kuzushi para sintetizar la acción transfiriendo en elementos biomecánicos el tirón baricéntrico del cuerpo del rival, fuera de la superficie trapezoidal óptima la base de apoyo. En 1908, Yokoyama escribió: "Podríamos explicar estos desequilibrios a través de sabias demostraciones matemáticas, pero nos tememos que son tan complejos...".

La acción del kuzushi aprovecha la posición erecta del cuerpo humano, "una posición física de equilibrio inestable", todo lo que permite precisamente efectuar el lanzamiento del cuerpo, después de un desequilibrio, a través de una barrera apropiada (tai otoshi; hiza guruma) o sólo provocar la hiperextensión del cuerpo en el espacio (uki otoshi; sumi otoshi). La sutileza de las técnicas del judo no radica en la ejecución de las técnicas, sino más bien en la habilidad con la que se realiza la preparación como preliminar.

La idea lúcida y original del fundador del Judo Kodokan fue analizar la técnica aplicada y conceder importancia al estudio y la práctica de la acción preparatoria. Al preparar al oponente, se debe estudiar la teoría y la práctica de romper el equilibrio, mientras que en lo que respecta a la preparación del yo, es necesario verificar la postura natural y la teoría y la práctica de ma-ai (condición del espacio).

El Kake (aplicación) se refiere a varios movimientos de una parte de la técnica de terminación, al control global y a poner una barrera o una hiperextensión, causando un desequilibrio del competidor. Todo esto permite eficazmente que un rival se ponga el tatami. No existe una división temporal natural entre estas fases. Es una artificialidad explicativa enseñar un movimiento único, fluido y continuo. La polémica cuestión de la prioridad de una de estas fases, la antigua investigación científica de Kodokan (Análisis del kuzushi en el nage waza) ha demostrado, a través de la comprobación electromiográfica de la musculatura fundamental de los competidores, que las dos fases están conectadas. Por esta razón, podemos afirmar que las tres fases, kuzushi/tsukuri/kake, son precisamente un solo movimiento porque comienzan al mismo tiempo y, por lo tanto, no existe prioridad.


Fig2.1.b Happo no kuzushi

La pregunta sobre la dirección de las fuerzas y su uso llevó a Kano a considerar el desarrollo de las acciones dinámicas con una simetría puramente recta y bidimensional: "... Si un rival empuja, debes tirar en la misma dirección; si tira, lo empujas en la misma dirección". Él y sus ayudantes afirmaron el principio de máxima eficiencia que, en palabras biomecánicas, significa el principio de mínima aplicación de energía muscular. Este concepto sobre la linealidad, aspecto fundamental en los inicios de los años del Judo, fue la base en la noción de happo no kuzushi o 'de las ocho direcciones básicas de desequilibrio', todas ellas proponen una simetría lineal y recta en comparación con un plano paralelo al tatami. En la actualidad, el último alumno de Kano, el Sr. Kudo, decidió aumentar el principio direccional del kuzushi. Habla de catorce direcciones fundamentales de desequilibrio con la simetría lineal exacta. "Me gustaría que considerases mi principio sobre las catorce direcciones para desequilibrar al rival, pensándolo como un repaso de los viejos rudimentos: este nuevo principio surge de la evolución de la técnica y de la maestría cada vez mayor, en un lanzamiento, de muchos maestros". (Judo Dinámico vol. I)

Este esfuerzo, desde el punto de vista científico, resulta inútil porque algunas consideraciones geométricas simples (incluso si consideramos solo la simetría lineal bidimensional excluyendo también la cuestión tridimensional, debido a su complejidad) nos muestran que el número de direcciones de desequilibrio es infinito, con precisión “una infinidad de la

potencia del continuo". Por lo tanto, el principio direccional de Happo no kuzushi es satisfactorio. Debemos considerar el happo no kuzushi como un ejemplo didáctico de una de las numerosas subdivisiones en ocho clases de direcciones horizontales rectas.

Estudios electromiográficos japoneses (Estudios sobre la técnica del Judo con especial referencia a Kamae y Kuzushi-Estudios electromiográficos en el "Nage Waza"/técnicas de lanzamiento/ del Judo) han demostrado que el esfuerzo del competidor, durante la fase de kuzushi- tsukuri-kake, se centra en los músculos frontales del cuerpo. Mientras que durante el nage (fase de lanzamiento real) los músculos dorsales del cuerpo del competidor entran en acción, contrayéndose violentamente para controlar el cuerpo del rival. Estas investigaciones también han demostrado que la acción de los músculos es prominente en el lado izquierdo del cuerpo para los competidores de la mano derecha en el kumi kata, solo en la fase kake. Luego, en el nage, los músculos del lado derecho del cuerpo entran en acción considerablemente. Es el mismo argumento para los competidores de la izquierda, gracias a la simetría.

El kumi kata se considera el único medio para transferir energía. De estos estudios surgió que, en la condición de trabajo físico positivo (contracciones isotónicas), los músculos de las cadenas biocinemáticas superiores (bíceps y tríceps braquial), de la fascia dorsal escapulo humeral (deltoides, trapecio y redondo superior) y los músculos de las cadenas biocinemáticas inferiores (recto femoral) estaban principalmente involucrados, durante la acción dinámica. Estudios muy recientes sobre happo no kuzushi realizados por Sogabe y colaboradores en 2008, para estudiar los cambios inmediatos en la presión plantar de Uke a Kuzushi rápido, mostraron que generalmente la respuesta de reacción está conectada a una acción de Tai Sabaki (reposicionamiento del cuerpo) o una acción refleja (reacción de paso). En las siguientes figuras se muestra la configuración experimental y algunos resultados.

El propósito de del estudio de Sogabe y col. (2008) fue examinar los cambios inmediatos en la presión plantar de las ocho direcciones de Kuzushi para jugadores de judo de alto rango. Material/Métodos: Los sujetos fueron dos judokas masculinos que habían experimentado un entrenamiento especial para mejorar sus habilidades. Luego se le indicó a Tori que realizara kuzushi muy rápidamente en cualquiera de las 8 direcciones, mientras que al uke se le indicó que respondiera contra kuzushi. Se analizaron la presión plantar máxima (MPP), el centro de presión plantar (COP) y la presión plantar media (m-PP) en el tiempo de reacción. También se registraron simultáneamente los movimientos mediante una cámara de vídeo. Resultados: Uke responde a un intento rápido de kuzushi ya sea 1) tai-sabaki (reposicionamiento del movimiento corporal) o 2) re. ex (reacción escalonada). Especialmente para kuzushi en dirección hacia atrás, el sujeto A mantuvo el equilibrio tirando del pie izquierdo hacia atrás y, por lo tanto, el COP (R4,4%, 55,6%) y el m-PP (parte anterior del pie izquierdo; 8,2 +/- 8,4 N). /cm(2), talón derecho; 3,4 +/- 3,3 N/cm(2)) mostraron valores altos. El sujeto B mantuvo el equilibrio tirando del pie derecho hacia atrás, y el COP (R19,1%, 30,6%) y el m-PP (exterior del talón derecho; 7,4 +/- 6,2 N/cm(2), interior del talón derecho; 8,2 +/- 7,6 N/cm(2)) mostró valores altos. Conclusiones: El presente estudio ha revelado que uke responde al kuzushi mediante tai-sabaki o re. ex. Es posible que podamos desarrollar formas más efectivas de aplicar técnicas contra diferentes oponentes buscando técnicas efectivas de kuzushi, tuskuri y kake basadas en estos hallazgos.

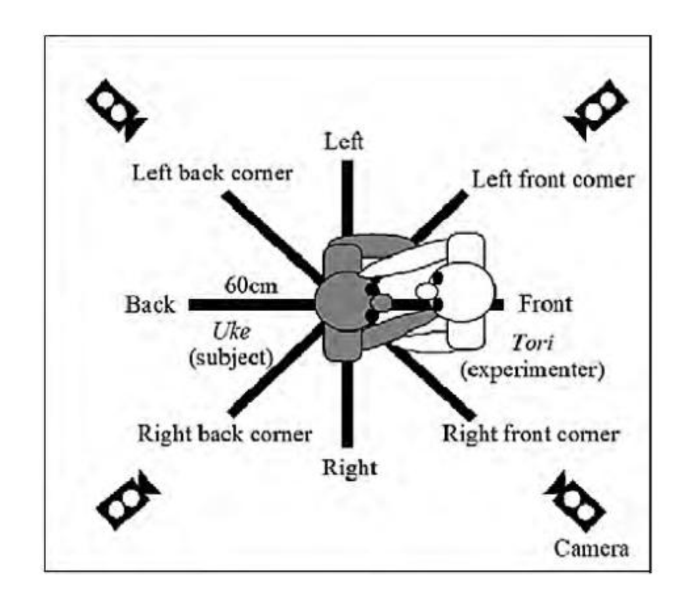


Image	MPP	COP	m-PP
a) subjectA	21.8N/cm²	(R4.4%,55.6%)	[Left] [Right]
b) subjectB	22.6N/cm²	(R19.1%,30.6%)	[Left] [Right]

Image	MPP	COP	m-PP
a) subjectA	22.6N/cm²	(L6.3%,57.1%)	[Left] [Right]
b) subjectB	21.8N/cm²	(L31.2%,74.2%)	[Left] [Right]

Fig 2.1.c,d,e Result exempla of Sogabe experiment on kuzushi (2008)

2.2 Explotación de la energía abdominal (Hara gei)

Para sondear el estudio del cuerpo desequilibrado en una condición estática, es necesario considerar las fuerzas necesarias para que entren en acción. Este problema se separó de acuerdo con la creciente dificultad analítica a través de un enfoque científico. Desde el punto de vista de la transmisión del impulso y no de la dirección, un análisis profundo de estas fuerzas en acción indujo a Kano a considerar el principio haragei o utilización de la energía abdominal. El hara gei es, ante todo, un concepto filosófico y espiritual, uno de los fundamentales en el Pensamiento Zen. Posteriormente, también fue estudiado científicamente por uno de los expertos más influyentes, K. Harumitsu y el fisiólogo K. Hirata.

Este principio se basa fundamentalmente en el concepto biomecánico de desagregación del cuerpo humano en dos cadenas biocinemáticas: 1) Pelvis: extremidades inferiores y 2) tronco - extremidades superiores. Entre tres grados de tiempo relativamente libre, pueden rotar uno al otro. Estas cadenas están conectadas por el recto abdominal, oblicuo y dorsal mayor. Por esta razón, un movimiento armónico de Kuzushi, Tsukuri y Kake, pasa por la correcta coordinación de dos cadenas a través del abdomen. El abdomen juega un papel determinante en el aseguramiento/ejecución de la técnica de lanzamiento. Esta acción hace que el recto abdominal, el músculo (más) potente del cuerpo humano, permita transformar la energía cinética de un movimiento de rotación-traslación -primera cadena de la pelvis -miembros inferiores- en energía potencial de contracción elástica, abdomen, para volver a transformarla en energía cinética de rotación en la segunda cadena -tronco-miembros superiores. Podemos probar estas transformaciones en la fórmula:

$$\underset{lower\ chains}{K_1} \rightarrow \underset{abdomen}{U} \rightarrow \underset{trunk+upper\ chains}{K_2}$$

$$\frac{1}{2}(I_1\omega_1^2 + mv_1^2) \rightarrow \frac{1}{2}kx^2 \rightarrow \frac{1}{2}I_2\omega_2^2$$

$$With\ K_1, K_2 = Kinetic\ Energy;\ U = Potential\ Energy$$

Y así, la transferencia de energía a través del “abdomen” debe emerger de manera óptima para obtener la máxima energía en la segunda cadena. Esta acción solo es posible si la parte delantera del cuerpo del competidor (tori) no está suelto (relajada), elástico y usando caderas solamente.

El principio de mínimo esfuerzo y máxima eficiencia, la acción biomecánica del movimiento dinámico puede ser transformada en esta fase en dos corolarios:

A) Mejor técnica, máxima economía en los movimientos, y en consecuencia,

B) Mejor técnica, máxima economía de la energía muscular

Durante las fases de tsukuri y kake, la máxima economía en los movimientos implica un estudio preciso de la fase tsukuri de la técnica en las diferentes posiciones estáticas y dinámicas que gana el competidor atacado (uke) durante la actuación. En este contexto, es necesario conocer la mejor dirección del ataque. El movimiento óptimo, ya sea en términos biomecánicos o en términos energéticos, es una perpendicular (distancia mínima) entre el baricéntrico del lanzamiento y la zona límite de mantenimiento.

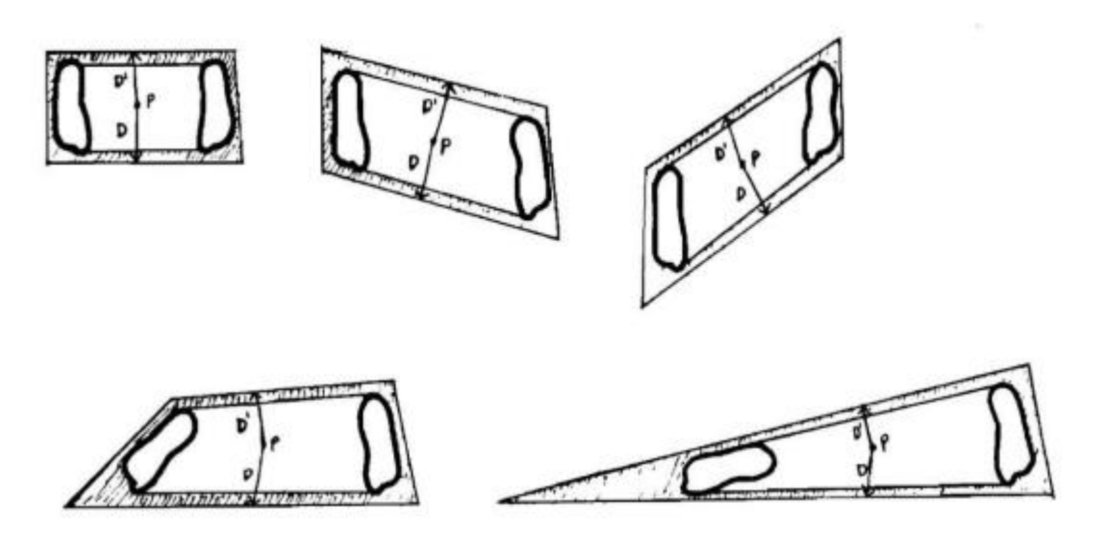


Fig 2.2 a Direcciones óptimas de ataque. P = proyecciones COM sobre la base de apoyo, D= mínimo en la distancia hacia adelante, D'= mínimo en la distancia hacia atrás

La economía de esfuerzo máximo implica, ya sea en fase estática o dinámica, un estudio preciso de la trayectoria del baricentro (tori) del competidor avanzado durante el ataque. De este modo, obtiene una posición relativa óptima para lanzar a su rival (UKE) con el mínimo desperdicio de energía. El principio de utilización de la energía abdominal en el Judo debe interpretarse como presión centrípeta correcta (Hirata), extendiéndolo a la aplicación en situaciones defensivas. El uso correcto de la contracción abdominal provoca el descenso de la parte diafragmática. En consecuencia, esta presión de las vísceras y los fluidos abdominales produce una pequeña traslación hacia abajo del competidor del baricentro, manteniendo un equilibrio natural en la posición erecta. Todo lo que puede expresarse ya sea en ataque o en defensa, el competidor lo manifiesta a través de una emisión sonora llamada kiai en el idioma japonés, también utilizada en las demás artes marciales. Es tan importante como la técnica, ya que esta emisión permite ejecutar el uso correcto de la presión centrípeta.

2.3 Colocación y agarres básicos (Shizen on Tai; Kihon Kumi Kata)

Una adecuada coordinación abdominal asegura la acción armónica del cuerpo durante la técnica de lanzamiento. Por esta razón, la posición correcta es la base para una acción rápida y eficaz. La posición correcta en el nage waza debe permitir movimientos ligeros y rápidos para evitar la fricción y desarrollar un mejor uso de la fuerza. La posición de pie más efectiva, por su flexibilidad y todas las peculiaridades generales, es Shizen hon tai: pies y piernas estirados a la medida de los hombros; el peso corporal repartido en la parte delanteras del pie; tacones un poco posados sobre tatami; rodillas ligeramente flexionadas; caderas sueltas y relajadas; busto recto; brazos relajados a lo largo del cuerpo; la cabeza alta con una mirada concentrada presente; mentón cerrado.

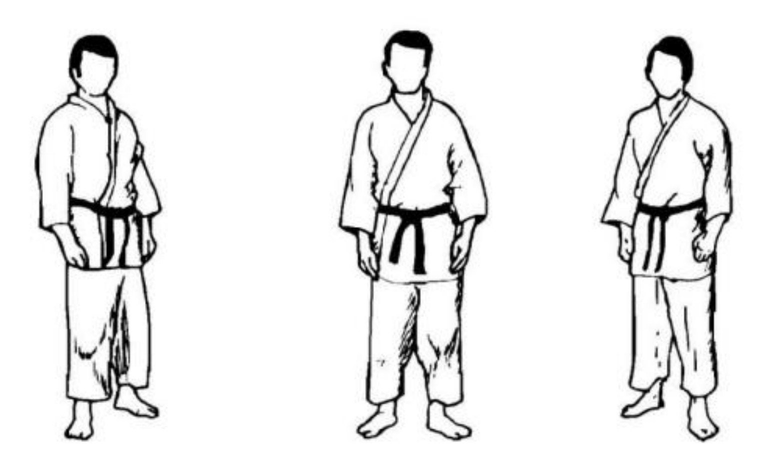


Fig 2.3a Tres posiciones naturales básicas de pie en judo

Esta posición era considerada la más apta en ataque y defensa. Fue mucho tiempo analizada por el judo Kodokan, con otra posición llamada jigo-tai, utilizada sobre todo en la defensa: se parte de las posiciones fundamentales con algunos cambios como la ampliación de la superficie óptima del trapezoide, flexionando mucho más las piernas y bajando la baricentro con busto erguido, el peso del cuerpo equilibrado sobre las piernas con los talones apoyados firmemente sobre el tatami.



Fig 2.3b Tres posiciones defensivas básicas de pie en judo (Jigo tai)

Ambas posiciones tienen algunas variaciones: se puede avanzar por la derecha, por la izquierda, con pies equivalentes y girando el otro pie por dentro. Shizen hon tai es, sin duda, una posición ideal. Desde un punto de vista biomecánico, el desperdicio de energía es mínimo, mientras que no es lo mismo para el Jigo-Tai porque no hay posibilidad de cambiar nuestra posición. El primero es más funcional que el segundo. Dura mucho tiempo, y su flexibilidad lo hace adecuado para el Judo "moderno". La dirección, la velocidad y el ritmo son elementos fundamentales. El Jigo-tai es ideal para el Judo 'antiguo', mucho más estático y físico. Los análisis biomecánicos sobre el kuzushi y las posiciones realizadas en Japón (Estudios sobre la técnica del judo, con especial referencia al kame y al kuzushi) han demostrado que en el shizen hon tai no hay muchas diferencias significativas entre el tórax y el cuello. Sin embargo, en el jigo-tai, la diferencia existe, más resistencia al tórax y menos al cuello. Hemos verificado una disminución de la capacidad de resistencia a la tracción lateral en la derecha y la izquierda en la izquierda y posiciones defensivas correctas. El estudio biomecánico sobre el movimiento dinámico kuzushi, tsukuri y kake, pasó naturalmente por el concepto de transmisión del impulso del competidor de ataque (tori) al rival (uke). Según la didáctica japonesa, la técnica de lanzamiento es posible por dos razones: la transmisión de la capacidad de impulso (ikioi) y el momento adecuado de la oportunidad (hazumi). A la luz de estos hechos, podemos decir

que el control en el movimiento permite siempre enfocar una posición adecuada en la evolución continuamente, el contacto correcto con el rival permite realizar un taisabaki correctamente y luego, el contacto permite al competidor sentir los objetivos y direcciones de un ataque. Estas fases tienen un denominador común: el agarre a la solapa del rival (kumi kata). El contacto, en general, se realiza mediante manos que agarran al judogi rival. Es esencial ampliar nuestro conocimiento de los agarres porque son indispensables para crear la técnica correcta de nage waza.

Kihon kumi kata son los agarres fundamentales: mano derecha en el cuello izquierdo a la altura de la axila, para agarrar judogi con el dedo meñique, anular, dedo medio, y relajar el pulgar y el índice; mano izquierda en la manga derecha a la altura del codo agarrando mucho judogi. Estos agarres son los más naturales y sencillos.

Muchas variaciones dependen de la complexión, el estilo, las posiciones y la fuerza relativa del competidor. Es importante recordar que el agarre debe permanecer relajado durante el ataque o la defensa. Los aprendices deben estudiar este agarre fundamental durante el entrenamiento estático con un competidor (Uchi komi) o durante la fase dinámica (kakari geiko). De hecho, es esencial aprender el "contacto" con un competidor usando Kumi Kata.



Fig 2.3.c Agarre básico

Las cadenas cinéticas superiores (brazos) tienen cuatro funciones en el kumi kata.

1) Rol activo: transferir al cuerpo del competidor un impulso para realizar la técnica de lanzamiento.

2) Rol pasivo: detener el ímpetu y el movimiento del competidor durante su técnica de lanzamiento.

3) Función de asesoramiento: recibir información del cuerpo del adversario sobre sus movimientos

4) Función de alerta: recibir de los movimientos del cuerpo adversario alerta sobre su acción de ataque

En el kihon kumi kata, el brazo derecho, de forma pasiva, toma información sobre las direcciones del competidor del cuerpo en movimiento. Por el contrario, el brazo izquierdo toma la información sobre la dirección del desequilibrio. De manera inactiva, el brazo derecho afecta la traslación a la "masa" del competidor del cuerpo. Por el contrario, el brazo izquierdo resalta la acción de movimiento con un verdadero carácter direccional. Un nivel más avanzado es fundamental para estudiar la mejor manera posible de cambiar los agarres en función de la oportunidad, con la mínima energía. En este nivel, el kumi kata obtiene la capacidad de sentir información sobre los movimientos rivales y la capacidad de imponer su iniciativa, física y psicológica. La búsqueda de la correcta utilización de la energía requiere probablemente una variación en la posición equilibrada del competidor (con kumi kata, en general, aumenta la tensión muscular del cuerpo) y en la distribución relativa del peso; en consecuencia, descansa sobre el pie adelantado. Algunos estudios japoneses (Estudios sobre técnicas de judo sobre la distribución del peso corporal) han demostrado que la distribución del peso era mucho más adelantada en los competidores probados. Se pasa de la posición natural y erguida shizen hon tai a la posición natural con un agarre sobre un rival. Durante esta acción, el tono muscular aumenta y el cuerpo en movimiento se vuelve más dinámico. Estas posiciones deben dar a la acción una posición de inicio rápida y correcta en el ataque. La consideración del equilibrio dinámico en la pareja del atleta, como un solo grupo biocinemático, demostró que esta pareja está en equilibrio permanente, a través de un conjunto de tensiones, tracciones y reacciones restrictivas, incluso si cada atleta tiene una posición de equilibrio anormalmente inestable. A la luz de estos hechos, se puede hacer un análisis correcto de

la competición sólo si se considera a los deportistas considerados como un todo exclusivo: la agrupación biodinámica "pareja de atletas" (una pareja de atletas)

2.4 El núcleo de la enseñanza del judo por Kano (Kuzushi, Tsukuri, Kake)

El núcleo de la enseñanza del Judo

Como una distinción sustancial de las antiguas escuelas de Ju-Jitsu, el Judo Kodokan se organizó científicamente como una estructura de enseñanza moderna. Con conceptos fundamentales claros, como la posición (shisei), los agarres (Kumi kata), los movimientos corporales (shintai), la materia o más bien las Técnicas de Lanzamiento (Nage Waza), cuidadosamente seleccionadas entre las antiguas técnicas de Jujitsu o de nueva entrada (Inventadas por Kano y sus alumnos) clasificadas por las herramientas capaces de aplicar la parte esencial de la fuerza para lanzar: brazo, piernas, caderas, (Te, Ashi, Koshi, Ma Sutemi y Yoko Sutemi Waza) organizados en cinco lecciones (Go Kyo), la introducción de cómo manejar el propio cuerpo en una caída (Ukemi) etc. La estructura del judo se basaba en una base científica estable; en la edición francesa de Judo Kyo-han (1911), los autores Yokoyama y Oshima afirman claramente que el judo arroja el trabajo de acuerdo con las leyes de la fisiología, la mecánica y la psicología. De hecho, Yokoyama, en su transcripción de las lecciones del Dr. Kano en "Judo Kyohan" escribió: "Sobre el entrenamiento físico, el judo es importante, porque el desarrollo del cuerpo también da la capacidad técnica para luchar, … En cuanto a las técnicas de lucha, el judo es nuevamente superior porque cada parte del cuerpo trabaja de acuerdo con las leyes fisiológicas, la aplicación de fuerzas está de acuerdo con los principios de la mecánica, ... finalmente la mente trabaja de acuerdo con la psicología". Y en un capítulo sobre el desequilibrio del cuerpo, Yokoyama escribió de nuevo: "Se pueden aplicar muchas pruebas matemáticas eruditas para la explicación de este problema... pero preferimos explicarlo con el simple ejemplo de un movimiento de palanca en el espacio...". Todo esto significa que la ciencia, solo la proto-biomecánica, estuvo presente entre el fundador y los primeros estudiantes.

Pero el núcleo interno de la enseñanza del Judo es la tríada estructurada por el Dr. Kano para enseñar o estudiar técnicas de lanzamiento de Kuzushi, Tsukuri, Kake, que son los bloques de construcción fundamentales de Nage Waza. De hecho, a lo largo de los años, Kano y sus ayudantes realizaron, según su evolución, análisis biomecánicos, tres fases diferentes en la dinámica de lanzamiento y la acción estática: Kuzushi, Tsukuri, Kake. Luego tenemos del diccionario Kodokan de judo:

• ***Kuzushi: (Rompe el equilibrio)*** Una acción para desequilibrar a tu oponente en preparación para lanzarlo.

• ***Tsukuri: (Configuración de posicionamiento)*** Una acción para preparar un lanzamiento después de romper el equilibrio de tu oponente.

• ***Kake: (Aplicación, Ejecución)*** Una acción utilizada para ejecutar una técnica como un lanzamiento después de romper el equilibrio de tu oponente (Kuzushi) y colocarlo en una posición desventajosa (Tsukuri).

Todo esto permite un lanzamiento eficaz del rival sobre el tatami. No existe una división temporal natural entre estas fases, como ya hemos visto en el párrafo 2.1. Es una artificialidad explicativa enseñar un movimiento único, fluido y continuo. La polémica cuestión de la prioridad de una de estas fases, la antigua investigación científica de Kodokan, ha demostrado que a través de la comprobación electromiográfica de la musculatura fundamental de los competidores, las etapas están conectadas (apartado 2.1). Por esta razón, podemos declarar que dos fases, kuzushi/tsukuri son exactamente un solo movimiento fluido continuo porque comienzan al mismo tiempo; Y, por lo tanto, no existe prioridad. Pero esta división es un sistema ventajoso y "moderno" para enseñar de manera sencilla algo complejo. En la traducción del lenguaje científico moderno de la enseñanza deportiva, el análisis diferencial se aplica (para diseccionar un movimiento complejo, en subpasos conceptuales más comprensibles) a todos los movimientos de lanzamiento.

Kuzushi

Este párrafo no discutirá el desequilibrio del cuerpo humano. El argumento ya se ha expuesto clara y plenamente en los párrafos 1.1.5 y 2.1. Consideramos el concepto complementario relacionado con el equilibrio, "Estabilidad", que es

esencial durante la bipedestación y el movimiento. Teniendo en cuenta la explicación de Kano, es fácil entender que el Sr. Kano, utilizando el concepto de Física, asume (para simplificar) el cuerpo humano como un "Cuerpo Rígido". Esta es la razón por la que, entre otras cosas, para desequilibrar al adversario, Kano sugiere desequilibrar al oponente (por ejemplo, hacia adelante) tirando de él con una fuerza de unos 45 grados en ángulo hacia arriba. ¿Por qué no con una fuerza paralela a la colchoneta, también posible? Porque de esta manera, el cuerpo humano estirado hacia adelante y hacia arriba tendía a endurecerse, simulando mejor un "Cuerpo Rígido"; facilitando así la aplicación de las leyes de desequilibrio del "Cuerpo Físico Rígido". El criterio para la estabilidad general durante la bipedestación es que el centro de masa esté sobre el área abarcada por los pies. Esto significa que una línea vertical que pasa por el centro de masa (la línea de gravedad) pasa por esta zona de base de apoyo (Fig.1.1.5. a). De lo contrario, los pares no estarían equilibrados y un humano "rígido" sería inestable y se volcaría.

Tsukuri

La palabra Tsukuri (configuración de posicionamiento) incluía el conjunto de los innumerables movimientos que el competidor puede realizar para preparar la técnica de lanzamiento. En los libros de judo, este paso a menudo se traduce erróneamente como un ajuste en los movimientos o se describe en relación con cada lanzamiento de Gokyo.

De esta manera, es difícil encontrar una descripción general de la fase Tsukuri del núcleo de la enseñanza del judo. Uno de los mejores que es posible encontrar están en el viejo libro Judo Dinámico de Kazuzo Kudo que escribió: "Como hemos explicado varias veces, para aplicar una técnica a tu oponente, debes moverte junto con él y empujarlo y tirar de él de tal manera que lo obligues a una posición en la que tu ataque sea fácil de hacer y en la que sea fácil de lanzar. Esto es lo que llamamos los movimientos preparatorios o, en japonés, el Tsukuri". Pero también hay un apéndice fascinante a una explicación tan clara, el concepto interno del sistema acoplado. Es posible seguir leyendo para encontrar..." Para aplicar el paso de ataque de una técnica, debes preparar tanto el cuerpo de tu oponente como el tuyo propio". Entonces podemos concluir que esta es la fase durante la acción de lanzamiento cuando el lanzador aplica el movimiento de lanzamiento y construye el lanzamiento. "Tsuku" significa preparar o construir algo, y "ri" implica hacérselo a una persona. El concepto de Tsukuri implica "preparar a una persona" para ser arrojada. Todo esto significa que el lanzador mueve su cuerpo a su posición para preparar a su oponente para ser lanzado. Kuzushi y Tsukuri se mezclan en un movimiento Kuzushi/Tsukuri en lugar de dos acciones separadas. Tsukuri depende de Kuzushi para ser efectivo.

Kake

Kake se traduce como una frase que implica "unirse". En otras palabras, el cuerpo del atacante y el cuerpo del defensor están unidos o conectados en el punto de la acción de lanzamiento del atacante, con el atacante en control de cómo los cuerpos llegan al suelo o a la colchoneta. La fase Kake está relacionada con la aplicación de herramientas específicas a los lanzamientos. ¿Qué herramientas? Refiriéndonos a la clasificación de Kano Kodokan para lanzar a un oponente, solo hay cinco herramientas: brazos, piernas, caderas y el peso corporal mismo (tanto en la espalda como en el costado). El Kake (aplicación) se refiere definitivamente a varios movimientos de la parte de la técnica de terminación, al control global y a la colocación de una barrera o una hiperextensión, causando un competidor de desequilibrio también para el lanzamiento. Esta fase del ataque de lanzamiento es la ejecución real del lanzamiento.

Bibliografía

[1] Nowoisky, H. The Biomechanics of Loss of Balance in Olympic Sport Judo, Possibilities of Measurement of Biomechanical Parameters. International Symposium on Biomechanics in Sports vol.2, 20050822-27, Beijing (CN), 2005.

[2] Nowoisky, H. Computer Simulation of the Movement of Balance in Judo. ISBS - Conference Proceedings Archive, 23 International Symposium on Biomechanics in Sports, 2005.

[3] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo ISBN: 8827203486 Mediterranee Publisher Roma 1988.

[4] Sacripanti A. Biomechanical reassessment of the scientific foundation of Jigoro Kano's Kodokan Judo. https://arxiv.org/abs/1206.1135; 2012.

[5] Sannohe N, Takahashi R, Ishii N, The Effects of Tsugiashi and Ayumiashi on Judo Throwing Techniques: about Ogoshi, Uchimata, and Osotogari Akita University 2016.

[6] Sogabe, A., Sasaki T., Sakamoto M., Ishikawa Y., Hirokawa M., Kubota H., Yamasaki S. Analysis of patterns of response to kuzushi in eight directions based on plantar pressure and reaction movement. Archives of Budo, 4: 70-77, 2008.

Capítulo 3: Principios avanzados del Judo

Índice de contenido

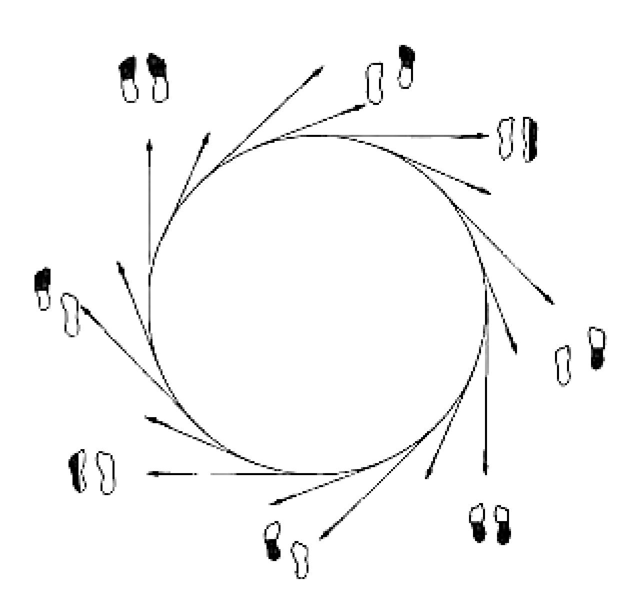
3.1. Desequilibrios rotacionales estáticos y dinámicos (Tai Sabaki)

El estudio de la no-resistencia en el Judo es el principio táctico fundamental. De hecho, neutralizar el efecto de un empuje con tracción y viceversa es la base de todo el desarrollo teórico y práctico de este deporte. Este principio no es tan simple como parece. Aplicarlo en una situación práctica es complejo. De hecho, no ofrecer resistencia y mantener una posición correcta de equilibrio durante un ataque, en circunstancias rápidamente variables, requiere una gran rapidez de reflejos y un entrenamiento constante muy intenso. Jigoro Kano consideró los fundamentos de la no-resistencia al principio sólo en la aceptación rectilínea. Pero investigaciones más avanzadas le permitieron procesar un nuevo principio llamado itsutsu no kata o "kata de los cinco principios", la cual era una creación en la que había percepciones científicas universales y profundos significados esotéricos. Estos elementos permitieron que las formas estilizadas al usar las fuerzas se volvieran reales, siendo posible pasar de lo abstracto a lo concreto. Esta realización simbólica y oscura representa la síntesis extrema del pensamiento científico-filosófico de Kano. Hay tres lecturas sobre este kata:

“Lectura Física”	“Lectura Naturalista”	“Lectura Moral'
En la esfera de la Física:	En la esfera del Naturalismo:	En la esfera de la Ética:
1) Suma directa de fuerzas	1) Viento	1) Perseverancia
2) Utilización directa de la fuerza	2) Agua	2) Humildad
3) Utilización de la aceleración centrípeta.	3) Remolino	3) Atracción-Repulsión
4) la utilización de la fuerza refleja	4) Onda	4) Renuencia
5) la utilización de la inercia	5) Abismo	5) Aniquilarse a sí mismo

Y así sucesivamente. Desgraciadamente, esta síntesis es incompleta, pero sería fascinante, desde el punto de vista filosófico, terminar este trabajo. En ese caso, el primer y el último principio deben ser iguales, simbolizando el ciclo natural continuo que vuelve a ocurrir. Jigoro Kano no pudo desarrollar su investigación, pero allanó el camino para permitir una evolución natural del judo en ese momento. El Aikido de Ueshiba influyó en el método científico de estudio del Kano; su Judo adquirió, desarrolló y adaptó el concepto de desequilibrio rotacional. La fase de Kusushi Tsukuri pasó a ser principalmente rotativa, teniendo en cuenta un correcto análisis biomecánico del movimiento de lanzamiento durante la competición. Kyuzo Mifune (10°dan) solía afirmar: "si el rival empuja, tienes que rotar tu cuerpo; Si tira, tienes que moverte contra él en una dirección diagonal". El desequilibrio rotacional naturalmente es muy importante para destacar la importancia del Tai Sabaki, que debe ser considerado, con una mente abierta, en una visión más general. De hecho, ya sea en ataque o en defensa, la rotación es la base de un Judo avanzado efectivo. El Tai Sabaki, en todos los sentidos de la palabra, incluye la totalidad de los movimientos corporales de Tori que producirán una fase rotacional Kuzushi-Tsukuri. El señor Koizumi (8°dan) profesó: "la acción a lanzar debe ser una línea curva continua...". Desde un punto de vista didáctico, están definiendo un tai sabaki de ataque y un tai sabaki de defensa. Sin embargo, desde un punto de vista físico y biomecánico, estas subdivisiones son inútiles porque son demasiado abstractas. La esencia del movimiento es, sobre todo, la rotación del cuerpo, utilizando el antepié como pivote. Las direcciones desequilibradas, tangentes al círculo, desarrolladas, son infinitas, como el anterior Kuzushi rectilíneo.

Un movimiento de rotación muy pequeño, solo unos pocos grados, permite cambiar a menudo, con su desviación, la fuerza de ataque rival, impidiéndose mutuamente realizar su acción (Tai Sabaki defensivo). Es posible, en una fase más dinámica, beneficiarse de la insuficiente acción kuzushi-tsukuri rival y luego utilizar el propio desequilibrio para realizar un efecto combinado entre la energía cinética de uno y la desviación rotacional rival, de tal manera que se puede aplicar un lanzamiento (atacando Tai Sabaki). También hay una forma aguda "indirecta" de desequilibrio (Hando no Kuzushi) que el competidor desequilibra él mismo durante una defensa contra el ataque del adversario (Damashi Waza[6]). La introducción y ejecución del Kuzushi-Tsukuri rotacional presuponen una condición de competición altamente dinámica. El Judo agonístico superior utiliza recientemente estos conceptos rotacionales como los más naturales y apropiados para minimizar los esfuerzos y la energía, durante las fases dinámicas superiores, en la competición moderna.


Fig. 3.1.a. Desquilibrios rotacionales

El entrenamiento gradual de Taisabaki, para llevar a cabo las técnicas de nage waza, debe pasar de la fase estática (uchi komi) a la etapa móvil (yaku soku geiko). Sin embargo, alcanza el logro y la comprensión completos solo durante su estudio dinámico (randori). La eficacia del Taisabaki se origina en la mayor o menor velocidad (angular) de ejecución y en la movilidad óptima de las caderas en comparación con el eje de rotación (haragei). Al final de la proyección, se completa en la rotación del cuerpo al máximo de su flexibilidad (karada no ineri). Estos movimientos fundamentales, utilizados también en el Aikido, Irimi (para rotar hacia el adversario) y Tenkan (para girar hacia atrás y salir del adversario), se aplican de forma improbable en su forma simple de rotación pura. Sin embargo, a menudo, en las fases reales de la competición, todo el Kuzushi Tsukuri rotacional se vuelve completo y complejo, desde el punto de vista del análisis biomecánico, con otros movimientos específicos como los pies moviéndose en la dirección de ataque interior o exterior. Hacia y desde (Oikomi y Hikidashi) para cambiar adecuadamente la distancia relativa; rotaciones rápidas con un pequeño salto (Tobikomi) o con un pivote de pies. Los cruces y las otras combinaciones sobre estos movimientos como Suwari Seoi, a pesar de que rompen el principio de la estabilidad estática del competidor, son reales y prácticos. Este concepto parece una paradoja, pero hay una clara explicación científica. De hecho, el análisis biomecánico sobre la competición dinámica debe ser afectado globalmente sobre el grupo biocinemático "pareja de atletas" y no solo sobre una parte: "el atleta". Este tipo de análisis nos obliga a considerar las acciones de cada atleta realizables sobre todo en la pareja: la presencia del adversario, la estimación de las fuerzas de acción, las reacciones vinculares de los agarres o el contacto de los pies con el tatami, todas estas acciones están permitidas solo por este contexto particular de pareja. Solo para los atletas, están prohibidos porque rompen principios de conservación física muy conocidos, como la conservación del momento o el tercer principio de la dinámica, la conservación de la energía, la conservación del momento angular, etc. Los estudios de Kodokan (La cinética del judo) señalaron que el centro de masa COM del atleta biomecánico individual, gracias al método de Knoll, durante la competición de kumi kata podría estar fuera del cuerpo. La perpendicular baricéntrica podría estar fuera de la base de apoyo.

[6] Técnica de engaño

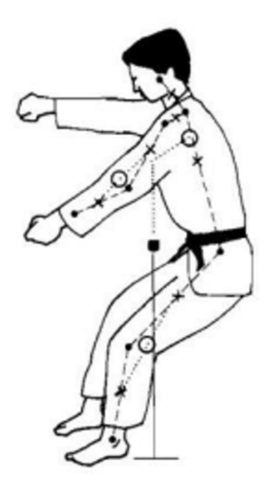
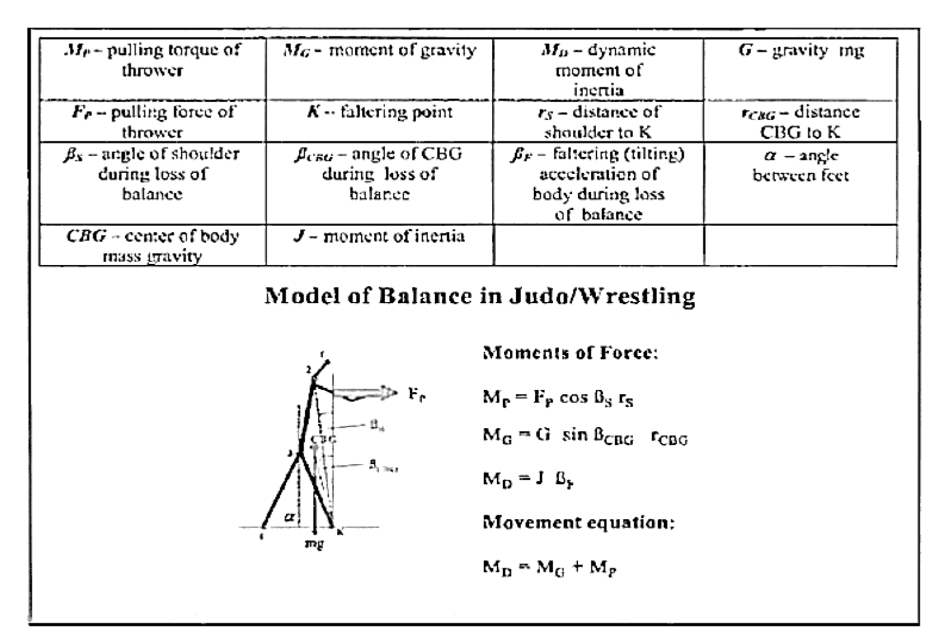


Fig 3.1.b En algunas posiciones el COM de cada atleta en judo está fuera del cuerpo.

Esta posición desequilibrada es inadecuada para todos los atletas por razones de estática pues el centro de masa cae por fuera de la base de sustentación. Sin embargo, está presente en todos los deportistas de la pareja biodinámica, en la cual se encuentra en una condición estable y equilibrada sobre un vértice de base de apoyo son los pies de los atletas.



M_P – pulling torque of thrower	M_G – moment of gravity	M_D – dynamic moment of inertia	G – gravity mg
F_P – pulling force of thrower	K – faltering point	r_S – distance of shoulder to K	r_{CBG} – distance CBG to K
β_S – angle of shoulder during loss of balance	β_{CBG} – angle of CBG during loss of balance	β_F – faltering (tilting) acceleration of body during loss of balance	α – angle between feet
CBG – center of body mass gravity	J – moment of inertia		

Model of Balance in Judo/Wrestling

Moments of Force:

$M_P = F_P \cos \beta_S \, r_S$

$M_G = G \, \sin \beta_{CBG} \, r_{CBG}$

$M_D = J \, \beta_F$

Movement equation:

$M_D = M_G + M_P$

Fig.3.1.c. Modelo simplificado de la pérdida de balance como un efecto de una fuerza externa en dirección hacia delante del centro de mesa corporal gravitatoria CBG

La figura 3.1.c ilustra el modelo biomecánico simple utilizado por Nowyski en la ISBS 2005 [7] en Pekín sobre la pérdida de equilibrio demostrada por los principios de torque (la primera aproximación del desequilibrio rotacional). En este modelo simplificado (tsukuri kuzushi), se muestra la inclinación del oponente debido a la gravedad y las fuerzas de tracción sin

[7] La biomecánica de la pérdida de equilibrio en el judo deportivo olímpico, posibilidades de medición de parámetros biomecánicos. Centro de Servicio y Entrenamiento Olímpico Heinz Nowoisky en Hannover, Departamento de Ciencias del Entrenamiento, Alemania.

resistencia. Podría servir como base para el cálculo de una ecuación de movimiento simple. Los parámetros antropométricos están implícitos en el momento de inercia J del deportista.

3.2 El concepto fundamental de desequilibrio en la competición

Limitación de los Principios de Kano

Si pensamos en la sistematización de Kano, fue una expresión de una excelente aplicación del pensamiento racional y científico, aplicado metodológicamente para organizar de manera exacta la materia de lucha libre llamada Judo, para esa época. Pero en un análisis más convincente, tiene algunos matices en sí mismo. Por ejemplo, es inusual ver las manos, caderas o piernas de Tori trabajando solo para realizar lanzamientos. Además, la clasificación Kodokan utiliza una forma diferente de clasificar las técnicas de abandono del cuerpo clasificadas por el lado del cuerpo que toca la colchoneta. Esto no es coherente con las partes del cuerpo que aplican fuerzas. Hoy en día, el judo es un deporte olímpico mundialmente conocido. Es hora de revisar y reevaluar la parte de sistematización del Judo a la luz del conocimiento biomecánico moderno.

La reevaluación biomecánica

La biomecánica implica tanto la descripción cuantitativa de los movimientos humanos como el estudio de las causas de los movimientos humanos. El estudio de la biomecánica es relevante para el ejercicio profesional en muchas profesiones. Tanto los entrenadores que enseñan técnicas de movimiento como los entrenadores de atletismo utilizan la biomecánica para analizar cualitativa o cuantitativamente los movimientos.

El estudio de la biomecánica requiere una comprensión de la estructura de los sistemas musculoesqueléticos y sus propiedades mecánicas y su profunda interconexión con el sistema nervioso central y las influencias ambientales en los atletas. La mecánica newtoniana es la rama de la física que mide el movimiento de los objetos, encuentra las fuerzas y explica las causas de ese movimiento. La Biomecánica del Judo aplica particularmente aquellos aspectos de la biomecánica humana relacionados con esta práctica deportiva; también se incluyen las propiedades mecánicas y el diseño del equipo deportivo (Tatami) y la ropa (Judo-ji). El conocimiento de la mecánica de los movimientos del judo permite a los entrenadores profesionales comprender esos movimientos, desarrollar ejercicios de entrenamiento específicos y cambiar las técnicas de movimiento para mejorar el rendimiento. Inventa nuevas técnicas de lanzamiento y enseña judo de manera más profunda y útil. El conocimiento científico está creciendo y presiona para una revisión profunda de los logros bien establecidos en el viejo mundo del judo. La reevaluación biomecánica de los fundamentos del judo se finaliza con la visión más clara de la materia, ayudando tanto a los entrenadores como a los profesores en su trabajo diario. La reevaluación Biomecánica ayudará al área de enseñanza del Judo (aclarando y simplificando algunos aspectos didácticos) y a una mejor comprensión de los fenómenos. Permite a los entrenadores profundizar en aspectos de competición, mejorando el rendimiento de sus deportistas.

Los Principios Revisados

La revisión de los Fundamentos del Judo se centrará en el Núcleo de la Enseñanza del Judo, analizando previamente la tríada: Kuzushi, Tsukuri, Kake (previamente estudiada en el apartado 2.4), utilizando las herramientas adecuadas de la Mecánica Newtoniana. Esta reevaluación seguirá a una focalización del concepto valioso de Kuzuri (desequilibrio) para la competición, una clasificación y sistematización clara y fácil de la fase Tsukuri utilizando Invariantes de Acción General (GAI) para los aspectos de la enseñanza del Judo, la revisión profunda de la fase Kake.

Kuzushi. Concepto de desequilibrio a la derecha (rompiendo la simetría)

Todos los profesores y entrenadores de judo están acostumbrados al conocido concepto de Kuzushi, la brillante idea que el Dr. Kano introdujo en su Judo. ¡Pero hay una gran distancia conceptual entre la explicación teórica (Happo no Kuzushi) y la aplicación práctica en la competición! Por lo general, durante una competición, es imposible aplicar el concepto teórico de Kuzushi por muchas razones. La más obvia es la resistencia del adversario. Como se analizó anteriormente (párrafos; 1.1.5; 2.1; 2.4), la explicación teórica de Kano fue tomada de la física mediante el análisis del cuerpo rígido, pero el cuerpo humano no es fijo sino articulado. La biomecánica nos persuade de que el Centro de Masa del Cuerpo se mueve en una posición dentro y fuera del cuerpo, cambiando la situación de estabilidad sin desequilibrar totalmente el cuerpo. Por lo general, estamos acostumbrados a considerar la posición de equilibrio en una situación de pie estandarizada, es decir, una posición de equilibrio inestable, si el atleta tiene el centro de masa (COM) más o menos debajo del ombligo en el origen del sistema de referencia del atleta, conectado a los conocidos tres planos de simetría del cuerpo (frontal, sagital y transversal, fig 3.2.a).

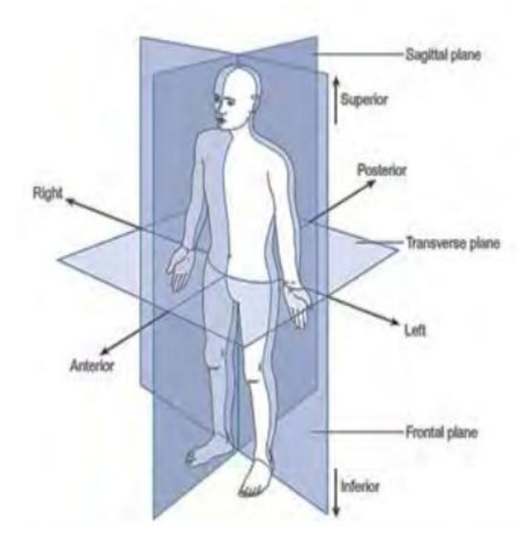


Fig.3.2. Planos de simetría del cuerpo humano

Si el cuerpo del adversario es rígido, se puede aplicar fácilmente el concepto de desequilibrio de Kano, pero esto no siempre es aplicable en la competición. Si la parte superior del cuerpo gira o se dobla hacia un lado, no puedes aplicarlo. En estos casos, el COM se desplaza dentro del cuerpo y cambia de posición. Tanto la estabilidad como la movilidad del cuerpo cambian. Si aumenta la estabilidad, disminuye la movilidad y con el timing perfecto, es posible sacar provecho de estas situaciones transitorias. Esta es la aplicación correcta y útil del concepto de desequilibrio en la competición. Recordando que el cuerpo humano no es un sistema rígido sino articulado, podemos entender la sutil aplicación de lo llamado: romper la simetría. Acciones como doblar o girar son más cómodas de aplicar o producir; El aumento de la estabilidad provoca una disminución de la movilidad generada por el desplazamiento de la COM dentro del cuerpo y, a veces, hacia el exterior.

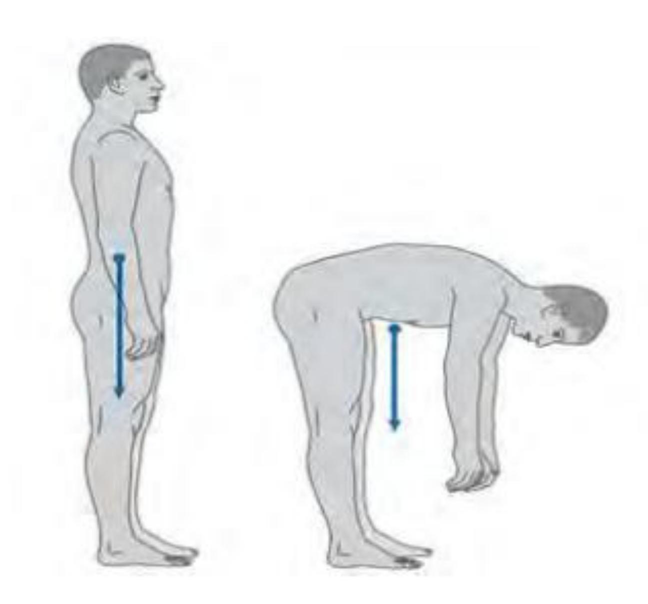


Fig.3.2.b. El COM por dentro y por fuera del cuerpo

Por lo general, es más fácil inducir al adversario a doblarse o girar durante la lucha con agarres porque es una reacción natural al empuje y no hay conocimiento sobre cómo romper el concepto de simetría. Romper la simetría cambia la estabilidad del cuerpo y ralentiza la capacidad de cambio del adversario para facilitar la aplicación de los lanzamientos. Esta es la primera parte del "concepto avanzado de kuzushi". La explicación biomecánica para la didáctica divide el concepto avanzado de kuzushi en dos pasos:

1) antes de ralentizar al oponente rompiendo su simetría, beneficiándose con un ataque de sincronización perfecta

2) después, con una colisión corporal, termina la fase práctica de kuzushi tzukuri iniciando el Kake.

Hay otra forma de desequilibrar al adversario durante la competición: utilizar sus propios movimientos. Por lo general, los movimientos corporales de ambos atletas durante una competición pueden aumentar la situación de desequilibrio único que ayuda a la acción de lanzamiento; el uso adecuado de estas otras situaciones es llamado por los Maestros Japoneses Hando No Kuzushi



Fig 3.2.c.d.e.f. Various examples of symmetry self-breaking in competition

Mucha gente no conoce este concepto avanzado de desequilibrio y errores rompiendo su simetría ayudando al adversario en su acción de lanzamiento realizada por tiempo/momento y choque/colisión, dependiendo de la situación transitoria. Ver las siguientes figuras



Fig.3.2.g.h Examples of Timing and Collision in an actual throwing situation

Luego, en situaciones de alta dinámica, todo lanzamiento de judo que se base en las dos herramientas biomecánicas necesarias, Cupla y Palanca, se aplicará mediante los siguientes pasos didácticos que reflejan un movimiento continuo y fluido:

Lanzamientos

Mecánica básica en competición de alto nivel

1. Primero: romper la simetría del adversario para ralentizar al oponente (es decir, iniciar la acción de desequilibrio)

2. Segundo: el tiempo, es decir, la aplicación de la "Acción General Invariante", con la superación simultánea de la resistencia de los agarres defensivos del oponente

3. Tercero: una colisión brusca de cuerpos (es decir, el final de la acción de desequilibrio)

4. Cuarto:

A. Aplicación de la herramienta "Par de Fuerzas" (es decir, el tipo de lanzamiento), sin necesidad de una acción adicional de desequilibrio, o

B. Uso de las "Invariantes de Acción Específica" apropiadas, aumentando la acción de desequilibrio, deteniendo al adversario por un tiempo, para aplicar la herramienta "Palanca" (es decir, el tipo de lanzamiento) de manera Clásica o Innovadora o Nueva (Caótica).

Los pasos anteriores representan los movimientos más sencillos, que se producen de forma conectada y suelen lanzar al rival en altas competiciones. Todos los conceptos introducidos anteriormente se explicarán en los siguientes capítulos (5; 8). Muy a menudo, sin embargo, pueden surgir situaciones mucho más complejas en condiciones reales de combate. Estas situaciones complejas han evolucionado a partir de los sencillos pasos explicados anteriormente, dependiendo de la combinación de las habilidades ofensivas y defensivas de ambos atletas. Sin embargo, el paso de colisión real es esencial para aplicar cualquier técnica precisa de lanzamiento. Este tipo de colisión es casi una colisión de cuerpo rígido [35]. Sin embargo, el uso del enfoque de la fuerza de rotación en el Concepto Avanzado de Kuzushi parece ser el más efectivo en términos de puntuación.

En las siguientes figuras, se muestra el concepto de desequilibrio de alto nivel en la competición dinámica.

A) Aplicación de una técnica de cupla sin mayor desequilibrio.

B) Acción: Trucos de reacción, ruptura de simetría, detención del adversario y colisión con la aplicación de la palanca.



fig.3.2.k.i. l diagonal application of trunk /leg couple without further unbalance

(uke rotates around his centre of mass)

Fig.3.2. m.n.o. Breaking symmetry, Collision and Lever Application with action-reaction strategy

(Uke Centre of Mass is translated in space)

Resumiendo, la acción de lanzamiento en competición podría ocurrir en tres formas secuenciales:

- Clásico: Kuzushi-Tsukuri-Kake.
- Semi Clásico: Hando no Kuzushi-Tsukuri-Kake.
- Usual: Rompiendo Simetría-Tsukuri (con Sincronización y Colisión) - Kake

Las tres secuencias son solo un movimiento fluido sin pasos. La división es una herramienta de enseñanza que subraya el camino para desequilibrar al adversario. El primero puede suceder cuando Tori y Uke tienen una gran diferencia en el conocimiento y la habilidad del judo. La segunda, cuando Uke comete un error en el desplazamiento del cuerpo, producido o inducido por Tori. Cuando Uke comete un error al girar o doblar su tronco, producido o inducido por Tori, la tercera comete un error. La colisión crece en importancia porque, en última instancia, la colisión con el lanzamiento simultáneo de su propio cuerpo en el tatami es una parte esencial de los lanzamientos reales. Es fácil entender que los atletas para la competición de alto nivel deben trabajar mucho en torno al estudio sobre la ruptura de la simetría, cómo producirla y cómo usarla de manera útil.

Esta es una rama original del análisis, llena de nuevos y emocionantes descubrimientos que los entrenadores de competición de alto nivel deben desarrollar para dar a sus atletas herramientas más valiosas y actualizadas.



Fig.3.2.p.q.r.s.t.u Example of throw by Collision and simultaneous fall of attacking the body. These kinds of throws are Lever throws with plunge

3.3. La iniciativa como aprovechamiento de la energía cinética y el momento angular

- Sen [Renzoku y Renraku Waza]
- Go no Sen [Bogya Waza]
- Sen no Sen [Kayeshi Waza]

Ahora, vamos a estudiar la fase dinámica de la competición como una mejor utilización de la propia energía cinética, el momento angular del adversario, y el problema del tiempo muerto entre la preparación y el ataque. Es fundamental estudiar la solución más favorable, desde el punto de vista biomecánico, sobre la iniciativa y su mejor utilización. Todas las consideraciones biomecánicas en esta investigación se refieren al análisis de la agrupación biodinámica "pareja de atletas" sobre las acciones de Tori en relación con las acciones y posiciones de Uke correspondientes.

El estudio de la iniciativa y su utilización deja fuera de consideración el concepto de ataque y defensa. De hecho, la esencia de la defensa es tomar siempre la iniciativa, utilizar todos los movimientos propios y del rival, para poder realizar una técnica de lanzamiento. En este punto, podemos decir que la defensa es un ataque y viceversa. En Japón, muchas escuelas antiguas de artes marciales han estudiado la iniciativa hasta realizar libros "Densho" sobre principios secretos, una riqueza de cada escuela. Lo más impresionante es que los antiguos japoneses toman la iniciativa durante las peleas o competiciones.

En el antiguo Densho, la forma de tomar la iniciativa se explica en tres etapas.

1. *Sen-sen-no-sen (iniciativa superior).* La iniciativa excepcional se pone en juego en una situación delicada en la que uno se enfrenta a un oponente que tiene la intención de atacar y gana dominio sobre él adivinando sutilmente su mentalidad y anticipándose a sus acciones.

2. *Sen (iniciativa).* Esto es para adelantarse a tu oponente iniciando la acción antes de que comience el ataque contra ti.

3. *Ato-no-sen (una iniciativa en defensa).* No se trata de adivinar la mentalidad de tu oponente y comprobar su acción antes de que se haga, sino de iniciar la acción en defensa cuando tengas una idea de la ofensiva de tu oponente. Para

evitar el ataque del oponente en el instante en que está a punto de lanzarse sobre ti, realiza un contraataque aprovechando una pausa en el movimiento de tu oponente y una perturbación en su postura. Un hombre que toma la iniciativa en la defensa se levanta en oposición al ataque de su oponente y lo detiene o lo evita.

En la competición de judo, hay tres formas básicas de utilización de la energía en acción llamadas, según la antigua clasificación japonesa, Sen, Go no sen, Sen no sen:

I. Sen— (la iniciativa) necesita el uso correcto de Renzoku waza (técnicas conectadas en la misma dirección) y Renraku waza (técnicas diferentes consecutivas). Las definiciones no son tan claras en el "Kodokan new Japanese-English dictionary of judo". Encontramos: renraku waza (técnicas de combinación) aplicación de varias técnicas en rápida sucesión, pasando de una a otra en una secuencia suave e ininterrumpida; renzoku waza (técnicas de combinación continua), aplicación continua de técnicas de combinación, una que conduce a la siguiente.
II. Go no sen— (el contraste de la iniciativa) expresado por Bogyo waza (técnicas defensivas)
III. Sen no sen— (la iniciativa sobre la iniciativa) se pone con Kaeshi waza (técnicas de contraataque)

I. SEN (Renzoku y Renraku waza)

El Principio SEN es, sin duda, el método más directo para utilizar la iniciativa mediante la acción inmediata y positiva. Para tener una iniciativa sen más articulada, empleamos, como factor discriminante, el tiempo anterior o posterior para poner en práctica la técnica única.

La siguiente subdivisión es útil para enseñar:

A) Ataque directo con la técnica preferida/especial (Tokui waza)

B) Ataque repetido con la misma técnica en la misma dirección (Renzoku Waza)

C) Ataque repetido con técnicas conectadas (Renzoku waza)

D) Ataque y variación en otra técnica causa de defensa Uke anticipada (Renraku waza)

E) Ataque después de una finta (Damashi waza)

A) Ataque directo con la técnica preferida/especial (Tokui Waza)

Este ataque es una aplicación más pura del principio Sen. La poderosa técnica (Kimari waza) se realiza directamente.Por esta razón, Tori debe poseer la máxima energía cinética y el máximo impulso para desarrollar la máxima potencia fundamental a la que Uke opone una resistencia más débil para tener éxito en la acción

Condición necesaria	Condición suficiente
$\frac{1}{2}mv_T^2 + \frac{1}{2}I\omega_T^2 = Max.$	$dp_T >> dp_U$

dp_T =Tori momentum

dp_U =Uke momentum

La fase Tsukuri-Kuzushi-Kake es directa. Aquí uno necesita usar su Kumi kata particular. También es necesaria la presencia en este momento del rival menos adecuado desde el punto de vista físico y técnico, ya que este tipo de tácticas se vuelven peligrosas con un oponente bien preparado. En los últimos años, el análisis de las competiciones máximas ha demostrado que muchos campeones cambian ligeramente al final el ángulo de ataque "para redirigir hacia la dirección ineficaz" la reacción defensiva de Uke. Otro truco de competición es utilizar su peso corporal al final del kake (como sutemi), lanzando su cuerpo sobre la colchoneta. Tori ayuda al éxito del kake porque, para Uke, es más difícil contrastar tanto la fuerza de impacto como el peso corporal del competidor.

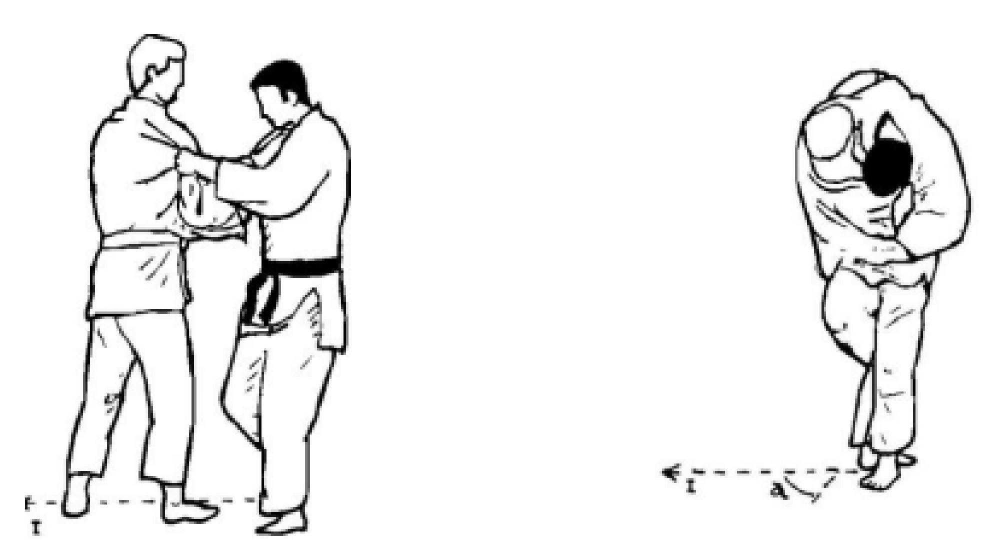


Fig.3.3.a. SEN-O Soto Gari con cambio en el ángulo de ataque

B) Ataque repetido con la misma técnica (Renzoku Waza)

Este tipo de Principio Sen se aplica después de que Uke detiene el primer ataque para repetir el mismo tokui waza aprovechando la probable relajación mental de Uke o la variación del ángulo de ataque. Hay el mismo impulso en la primera oportunidad, en el primer y en el segundo ataque (Nami sen). Sin embargo, el segundo impulso siempre será menor o igual que el primero. El éxito de la técnica (fase Kake) y del lanzamiento (fase Nage) sólo será posible cuando la segunda reacción sea menor que la primera y menor que el segundo impulso.

$$1)\ dp'_T = dp'_U \rightarrow 2) dp''_T > dp''_U$$

En la segunda oportunidad, incluso si la reacción de Uke será igual o mayor que la primera, se verá frustrada por una variación apropiada del ángulo de ataque de Tori.

Hipótesis

$$p'_T \geq p''_T \ and \ \ p''_U \geq p'_U$$

Acción de lanzamiento en dos fases

$$1)\ dp'_T = dp'_U \rightarrow 2) dp''_T \cos\alpha > dp''_U \qquad 0 \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$$

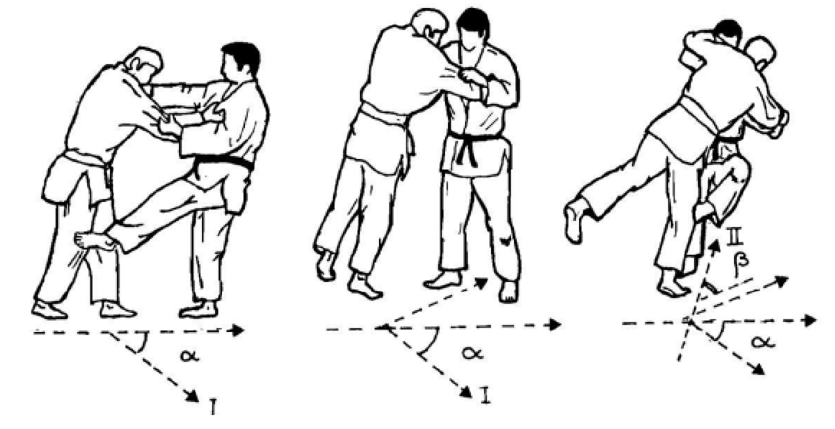


Fig 3.3.b SEN- Lanzamientos repetidos con la misma técnica Hiza Guruma con cambio de ángulo

C) Ataque repetido con técnicas conectadas (Renzoku waza).

Se trata de la aplicación del Principio Sen en una serie conectada, utilizando diferentes técnicas. La primera acción de Tokui waza provoca la reacción de Uke que responde a una dirección correcta para anular el ataque, pero produciendo una oportunidad de vulnerabilidad en un segundo o tercer ataque, en el que Tori, utilizando en el mejor de los casos la energía del adversario, aplica adecuadamente la técnica conectada, que es en la dirección de Uke menos resistencia.

Las siguientes técnicas conectadas (Renzoku waza) deben considerarse una construcción táctica. Un fin estratégico para cambiar de dirección al impulso aplicado lo dirige hacia la trayectoria de mínima energía (geodésica). Hay menos dirección de resistencia que la que ha producido la reacción de Uke.

El análisis de las direcciones específicas puede agruparlas en tres categorías:

• Técnicas relacionadas en la misma dirección (Nami Sen)

• Técnicas relacionadas en la dirección opuesta (Gyaku Sen)

• Técnicas relacionadas en direcciones laterales (Yoko Sen)

Sobre dos técnicas sucesivas y diferentes vinculadas, podemos escribir esta fórmula:

Hipótesis:

$$p'_T \neq p''_T \;\; and \;\; \frac{1}{2}mv''^2_T + \frac{1}{2}I\omega''^2_T = \min$$
$$p'_U \neq p''_U = \min$$

Acción de lanzamiento en dos fases

$$1)\; dp'_T = dp'_U \rightarrow \;\; 2) dp''_T \cos\alpha > dp''_U \qquad 0 \leq \alpha \leq \pi$$

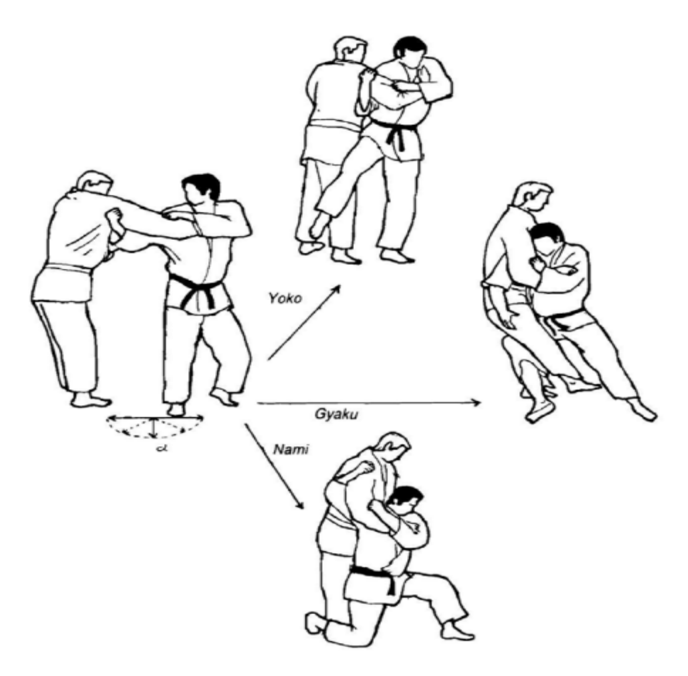


Fig.3.3.c. SEN – Lanzamientos asociados con Ippon Seoi Nage

D) Ataque y variación en otra técnica causa de defensa anticipada de Uke (Renraku waza)

Esta es la aplicación del Principio Sen del principio más fundamental, "máxima eficiencia con el mínimo esfuerzo" dentro de la agrupación biodinámica. Todo es posible si, antes del Tokui waza, se incide en la adecuada ejecución de la variación de la trayectoria de ataque, relacionada con la dirección de mínima resistencia, causa de una defensa Uke muy avanzada.

Hipótesis:

$$\frac{1}{2}mv''^2_T + \frac{1}{2}I\omega''^2_T = \min$$
$$p'_U = \min$$

Acción de lanzamiento en un tiempo

$$1)\ dp'_T \cos\alpha > dp'_U \cos\beta \qquad 0 \le \alpha \le \pi \qquad 0 \le \beta \le \frac{\pi}{2}$$




Fig. 3.3.d. SEN- Ataque de Ko Uchi Makikomi en defensa en ataque de O goshi

E) Finta y posterior ataque (Damashi waza)

La aplicación del Principio Sen utiliza una finta para aplicar la poderosa técnica de lanzamiento (Kimari waza) en la dirección de movimiento de Uke. Es esencial realizar toda la acción de finta de la manera correcta para que Tori pueda conservar la mayor parte de su energía cinética y utilizarla de la mejor manera posible usando la reacción de Uke. De esta forma, Tori utiliza la energía Uke para anular la finta, sumando esta energía a la propia y usándola en su Tokui waza durante la fase Kuzushi Tsukuri Kake.

Hipótesis:

$$E_{tot} = E_T + E_u = \frac{1}{2}m_T v_T^2 + \frac{1}{2}I_T\omega_T^2 + \frac{1}{2}m_U v_U^2 + \frac{1}{2}I_U\omega_U$$

Acción de lanzamiento en un tiempo

$$1)\ dp'_T \cos\alpha > dp'_U \cos\beta \qquad 0 \le \alpha \le \pi \qquad \frac{\pi}{2} \le \beta < \pi$$

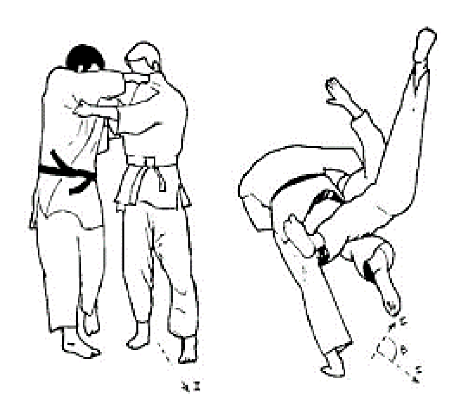


Fig.3.3.e SEN – Hidari Damashi Migi O Soto gari

Noriyuki Shannoe realizó una emocionante evaluación de Sen mediante fintas (Damashi waza) conectando fintas a un paso diferente de lanzamientos: tsukuri y kake, y utilizando una clasificación técnica personal (lanzamientos divididos en dos tipos con rotación y sin rotación), mediante pruebas binomiales. Obtuvo los siguientes resultados: si las fintas eran de no rotación y las técnicas eran del mismo grupo, todas las fintas estaban conectadas a la fase kake; por el contrario, si las fintas eran de no rotación y las técnicas de lanzamiento eran de rotación se aplicaban las fintas sólo durante la fase tsukuri.

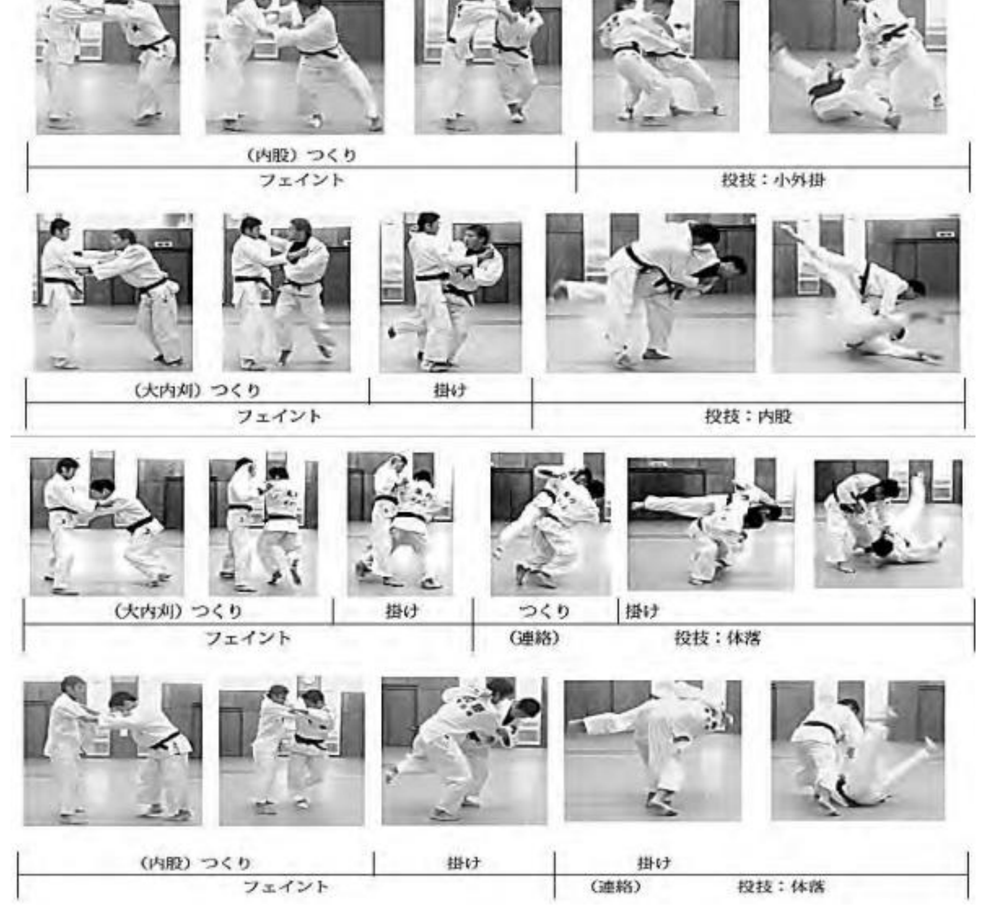


Fig3.3.f,g,h,i. Shannoe experimenta con Sen conectando fintas con kuzushi tsukuri (Damashi waza).

II. GO NO SEN (Bogya Waza: Técnicas de Defensa)

El principio *Go no Sen* (el contraste de la iniciativa) se introduce en Bogyo waza (técnicas de defensa). En una clasificación didáctica, la escuela japonesa considera varios principios posibles sobre las acciones de Tori que puede realizar, durante el ataque, para oponerse a este ataque antes de efectuar o desarrollar el contraataque.

Los principios son:

A) **Go:** romper, detenerse

B) **Chowa**: evitar, esquivar

C) **Yawara**: apoyar, ceder

D) **Ura**: anular, hacia atrás.

Es esencial tener en cuenta que Tori afecta su técnica defensiva después de la acción ineficaz de Uke. En general, habrá un tiempo de retraso entre el ataque de Uke y el contraataque inicial de Tori. El tiempo de retardo, durante estas acciones defensivas, juega un papel fundamental; de hecho, el contraataque será más eficaz y menos costoso desde el punto de vista energético si, por ejemplo, se efectúa al final del ataque de Uke, porque de esta manera Uke no está en una posición de fuerza adecuada (Impulso Mecánico nulo) y antes de que adquiera una nueva posición de equilibrio.

Hipótesis: $p_u = 0 \quad \equiv \quad mv_U = 0 \rightarrow v_U = 0$

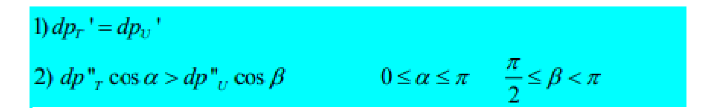
A) GO: romper, detenerse

El análisis biodinámico sobre la energía en estas acciones nos permite comprender las acciones GO, y son las más disipativas. Los contrastes se producen oponiendo a la acción de Uke la misma y la reacción contraria, de esta manera, esta acción es totalmente anulada y detenida, pero a costa de un considerable derroche de energía. Por esta razón, no es prudente para una correcta dirección de la resistencia en un esfuerzo prolongado, basar la acción defensiva enteramente en este tipo de actividades técnicas

Hipótesis:

$$E_{tot} = E_T + E_u = \frac{1}{2}m_T v_T^2 + \frac{1}{2}I_T\omega_T^2 + Q_T + \frac{1}{2}m_U v_U^2 + \frac{1}{2}I_U\omega_U + Q_U = Max$$

Detener la acción y atacar en un solo momento (a la vez)



$$1)\ dp_T' = dp_U'$$

$$2)\ dp''_T \cos\alpha > dp''_U \cos\beta \qquad 0 \le \alpha \le \pi \qquad \frac{\pi}{2} \le \beta < \pi$$



Figura 3.3. j Go no Sen –Uchi Mata Go defensa

Mientras, las acciones de Chowa, Yawara y Ura se aproximan mucho al principio de “máxima eficiencia con el mínimo esfuerzo”; de hecho, se basan en una defensa “suave”, estas técnicas utilizan mucha energía cinética de Uke, teniendo una ventaja significativa sobre él con el mínimo esfuerzo.

B) CHOWA: Evitar, esquivar

La defensa Chowa se basa esencialmente en el concepto de movilidad (Tai sabaki) y la utilización de la posición desequilibrada debido al ineficaz ataque Uke; se aplica al final del ataque de acción Uke y en la dirección de menor resistencia. Respecto al principio Sen, existen tres clases de defensas relacionadas con la dirección:

- Acciones en la misma dirección de ataque (nami chowa)

- Acciones en dirección contraria al ataque (gyaku chowa)
- Acciones en direcciones laterales al ataque (yoko chowa

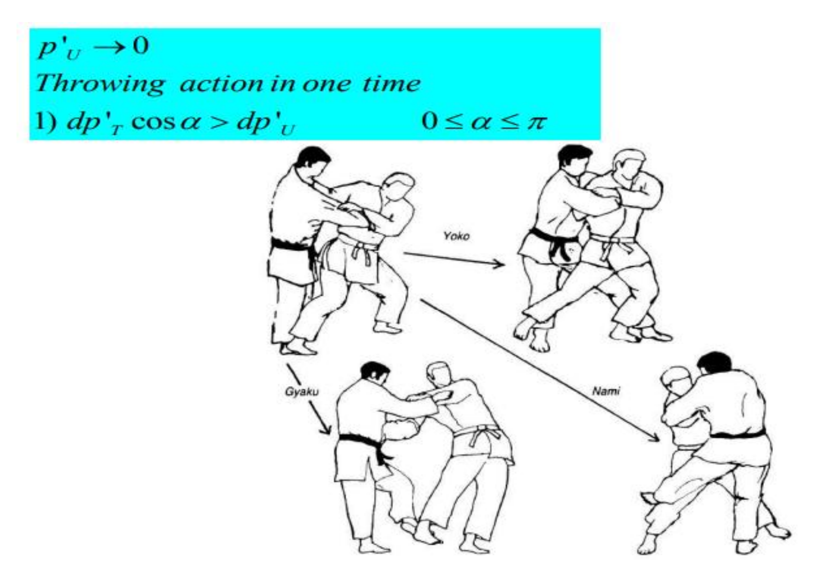


Fig 3.3.h - Defensa Go no Sen- Chowa: Tai Otoshi

C) YAWARA: Apoyar, Ceder

La defensa Yawara (preferida por Mifune) es incluso más delicada que la Chowa, y se basa en el concepto dinámico de utilización parcial de la energía cinética generada por el ataque Uke. Esta energía debe utilizarse antes de que la acción de ataque se haga efectiva y siempre en la misma dirección.

Por estos motivos, es fundamental tener una considerable capacidad acrobática y un perfecto sentido del timing durante la ejecución de la defensa yawara. Según el principio inherente a la defensa, cometer un error en el momento oportuno provocaría el éxito del ataque Uke.

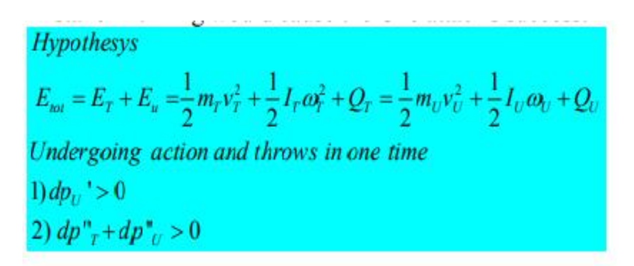






Fig 3.3.k -Go no Sen – Defensa Yawara de Morote Seoi Nage

D) URA: anular, hacia atrás.

La defensa de Ura (propuesta por Kudo) es fascinante desde el punto de vista del análisis biomecánico de la energía en acción. Se fundamenta sobre todo en la transformación energética direccional. El principio físico fundamental de esta defensa es dirigir la mayor parte de la energía cinética del ataque Uke en una dirección particular para efectuar un lanzamiento de nage waza. Estas técnicas (Ura nage, Te guruma, Ushiro goshi, Utsuri goshi, etc.) son ante todo movimientos específicos destinados a desviar, dirigir y guiar adecuadamente el ataque rival hasta el lanzamiento final.

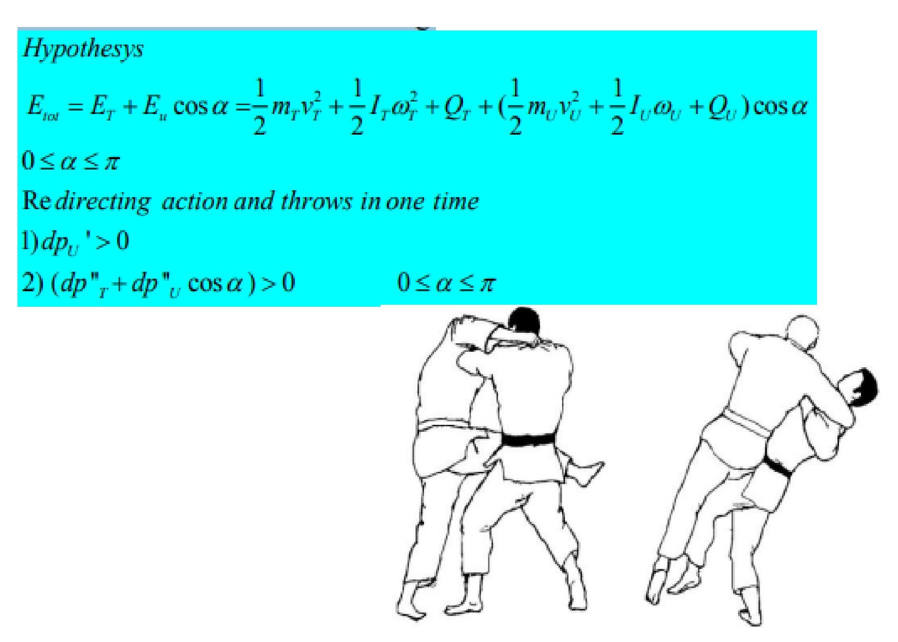


Fig 3.3.m -Go no Sen- Defensa Ura para O Soto Gari

Esto es importante recordarlo durante una competición, y a menudo no sólo existen estas formas de defensa dinámica, sino también formas de defensa "pasivas" basadas en el uso exclusivo de las cadenas biocinéticas y la transferencia adecuada del peso corporal. Todas estas acciones tienen en común la rigidez de los brazos para mantener el contacto con otra actividad en una situación específica. También se basan en el agarre de apertura para detener con los brazos el lanzamiento del propio cuerpo. En el judo, esta práctica peligrosa es el motivo más frecuente de las dislocaciones.

III. SEN NO SEN (Kaeshi Waza: iniciativa sobre la iniciativa)

El principio Sen no Sen es quizás la forma más delicada de aplicar. Existen dos iniciativas en el agrupamiento biodinámico que se mezclan en un único todo dinámico durante su ejecución. La acción ideal es: Tori realiza su contraataque mientras el ataque de Uke va a comenzar. Es una forma de iniciativa avanzada y superior, pero requiere una capacidad psicofísica excepcional, reflejos rápidos y una condición atlética perfecta. Este tipo de acción tiene la ventaja de tomar por sorpresa al rival durante el ataque que se mantiene bajo su presión mental y física. Esta acción también tiene la ventaja de utilizar la energía del rival explotando la delicada fase inicial de la transición de la fuerza muscular potencial a la energía cinética. Su práctica necesita una perfecta y correcta percepción de la oportunidad presente y requiere un uso absoluto del control y una velocidad máxima en la ejecución para superar la velocidad de Uke

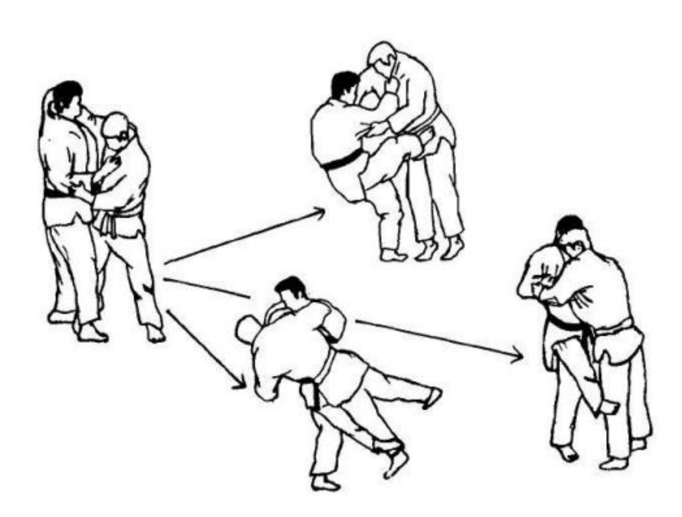


Figura 3.3. n Sen no sen-Kaeshi contra el ataque de Ko uchi gari

El contraste entre la visión clásica y biomecánica levantando una pierna a ocho diferentes direcciones, tenemos otras tres técnicas de lanzamiento (concepto clásico) la misma aplicación del principio biomecánico con diferente longitud del brazo de palanca.

Las técnicas que encarnan este principio son Kaeshi waza (contra-técnicas), que enfatizan el aspecto fundamental de la oportunidad durante un contra-ataque. Ahora los distinguiremos de esta manera:

- Un contraataque directo en una dirección para atacar (Nami Kaeshi)
- Un contraataque directo en la dirección opuesta a atacar (Gyaku Kaeshi)
- Un contraataque directo en la dirección lateral para atacar (Yoko Kaeshi)

Algunos estudios analíticos y completos realizados en Japón sobre problemas fundamentales y aspectos particulares de la fase dinámica durante la competición (Estudios analíticos sobre el concurso realizado en el Torneo del Campeonato de Judo de Japón 1971) demostraron el 70% de las técnicas poderosas de Kimari waza están formadas por Ashi waza.

El tipo de defensa depende de las categorías de peso de los judokas:

	Pesados (%)	Ligeros (%)
Defensa utilizando el peso corporal	65.6	38.4
Defensa mediante movimientos corporales hábiles.	22	50.4
Defensa con contra-técnicas	12.4	11.3

Los métodos defensivos utilizados en el Campeonato de Judo de Japón con respecto a los lanzamientos de cúpula se muestran en la siguiente tabla. El estudio de competición realizado en Japón en 1070 también mostró que los atletas con mayores conocimientos técnicos son los ganadores en un 67,7%, y solo el 25,85 fue con el resultado invertido. Kaeshi Waza ganó el 55,5%. Por otro lado, el número máximo de lanzamientos para un atleta era de 9 con un valor medio entre 4 o 5. En el caso de muchas técnicas, el 61,3% fue el ganador y el 22,6% el perdedor. Estos datos muestran que, en un nivel más alto de judo, es necesario y valioso conocer no solo un tokui waza, sino más lanzamientos vinculados (ver el antiguo enfoque ruso de la iniciativa).

El antiguo enfoque ruso de la iniciativa

El viejo enfoque ruso del problema de la Iniciativa de Combate es muy diferente del japonés. Como ya subrayaron Iatskhevic y otros autores, el enfoque ruso es menos filosófico, más pragmático que la tremenda experiencia y las viejas tradiciones de la lucha local.

La antigua Unión Soviética consideraba al judo como una "lucha de pijamas" única con medallas olímpicas. Las técnicas no tienen nombres japoneses, el cinturón de colores no era esencial, porque significativos eran los títulos estatales, de "Maestro Deportivo" (primer, segundo y tercer nivel), la clasificación y los métodos de enseñanza eran diferentes. Sin embargo, este enfoque poco ortodoxo con la introducción de técnicas inusuales, una actitud de lucha intransigente, una estrategia de agarre, etc., ayudó a que el judo creciera. El enfoque era muy similar al enfoque de la lucha libre, pero la lucha libre en la antigua Unión Soviética se consideraba científicamente como todos los deportes. La biomecánica, la periodización del acondicionamiento, la estrategia avanzada y el estilo táctico eran típicamente conocidos y utilizados en el nivel de entrenamiento de lucha libre. Entonces, la forma más directa era "traducir" este conocimiento al "Lenguaje del Judo". De esta manera, la iniciativa fue abordada como una iniciativa de lucha libre, no con la atención filosófica al tiempo y el alcance, sino, como dijo Rajko Petrov en su libro de oro "Lucha libre y grecorromana" Editorial FILA 1984, por el estudio más pragmático de: 1) La estrategia de acción técnica , 2) La estrategia de la lucha por la competición y 3) La estrategia de toda la competición.

	Método de defensa	%
Uchi Mata 122	1. estirando ambos brazos y levantando la pierna	23.8
	2. estirando ambos brazos y bajando las caderas	22.1
	3. estirando ambos brazos y esquivando	18 .0
	4. desplegando la parte superior del cuerpo, estirando la mano que empuja y apartando la mano que tira	14.8
	5. girando el cuerpo y acostado boca abajo	5.7
	6. otros	15.6
O soto gari 122	1. estirando ambos brazos y desplegando el cuerpo, e impidiendo la siega de la pierna	43.4
	2. desplegando el cuerpo y retrocediendo	20.5
	3. desplegando el cuerpo y haciendo tropezar la pierna del oponente	6.6
	4. desplegando el cuerpo y sujetando el pie y la cadera del oponente	5.7
	5. estirando el brazo de empuje y desplegando el cuerpo, y apartando el brazo de tracción	4.9
	6. Otros	18,9
O uchi gari 103	1. estirando ambos brazos y bajando las caderas, y retirando las piernas, evitando así el ataque	35.9
	2. estirando ambos brazos y haciendo tropezar la pierna de apoyo del oponente	22.3
	3. estirando ambos brazos	18.5
	4. estirando ambos brazos y evitando la siega y poniéndose en otra técnica	8.7
	5. estirando la mano que empuja, desplegando el cuerpo y apartando la mano que tira	3.9
	6. Otros	10.7
Ko uchi gari 73	1. desabrochando la pierna del oponente y elevando la pierna	38.4
	2. estirando ambos brazos y extendiendo la pierna segada	15.1
	3. girando el cuerpo y acostado boca abajo	12.3
	4. estirando ambos brazos y poniéndose otro waza	6.8
	5. estirando ambos brazos y evitando que los oponentes contra ataquen	5.5
	6. Otros	21.9
Tai otoshi 55	1. estirando ambos brazos y previniendo el ataque retirando las caderas	52.7
	2. cambiando a otro técnica en el momento del ataque	14.6
	3. cerrando bien las manos que tiran y rompiendo el equilibrio del oponente	10.9
	4. saltando a un lado sobre el pie del oponente	9.1
	5. estirando la mano que empuja, desplegando el cuerpo y apartando el brazo del oponente	9.1
	6. Otros	3.6

Tabla 3.3 a Métodos defensivos aplicados en todo el Campeonato de Judo de Japón de 1971

Estos tres aspectos se basaron en el estudio en profundidad del CTT (Complejo Técnico-Táctico). El CTT es un conjunto de combinaciones técnico-tácticas (más técnicas vinculadas). En este enfoque, la técnica es el objetivo esencial (como aplicación) dentro de la parte de combinaciones del contenido de CTT. El punto de vista clásico dividió el CTT y las combinaciones en tres categorías principales: dos grupos y tres subcategorías: a). CTT teórico. b). CTT elaborativo. c). CTT aplicativo

Todas estas tres categorías se pueden agrupar como un objetivo: CTT de ataque o CTT de contraataque en el que es posible encontrar. El CTT estructural estudia la posibilidad de ataque desde una posición específica: "congelar la estructura del sistema de acoplamiento". El TTC Reflejo investiga la capacidad de producir acciones reflejas específicas en el adversario para construir una posibilidad táctica. El TTC complejo estudia la capacidad de atacar utilizando una combinación compleja de los dos CTT anteriores. Si pensamos en esta antigua clasificación, es posible entender el estilo de judo intransigente. No hay un enfoque defensivo, sino solo dos formas: ataque y contraataque. Entonces estamos en presencia de una construcción más elaborada (más de tres técnicas vinculadas) como consideración fundamental de la lucha típica. En cuanto a los agarres, el estilo ruso ve los agarres no solo como un control para ejercer una acción mecánica sobre el adversario (punto de vista japonés) sino también como un sistema para controlar la situación espacial en la pareja para obtener una posición favorable para aplicar los lanzamientos. En la siguiente tabla, hay una comparación de métodos técnicos y tácticos para aplicar una técnica entre el antiguo estilo ruso y el estilo francés (como el japonés clásico)

Ruso	Desequilibrios; Maniobras; Amenaza; Doble ataque; Ataque en serie; Finta; Comprensión de bloques; Ocultación; Coordinación; Contraataque; Presión psicológica; Regulaciones de ritmo; Utilización de errores; Uso de superficie de tatami
Francés	Esquiva; Combinaciones; Doble ataque; Caos y fintas; Contraataque; Vuelco de bloque; Oportunidad

Tab 3.3.b, Comparación entre los principales métodos técnico-tácticos antiguos rusos y franceses para aplicar la técnica

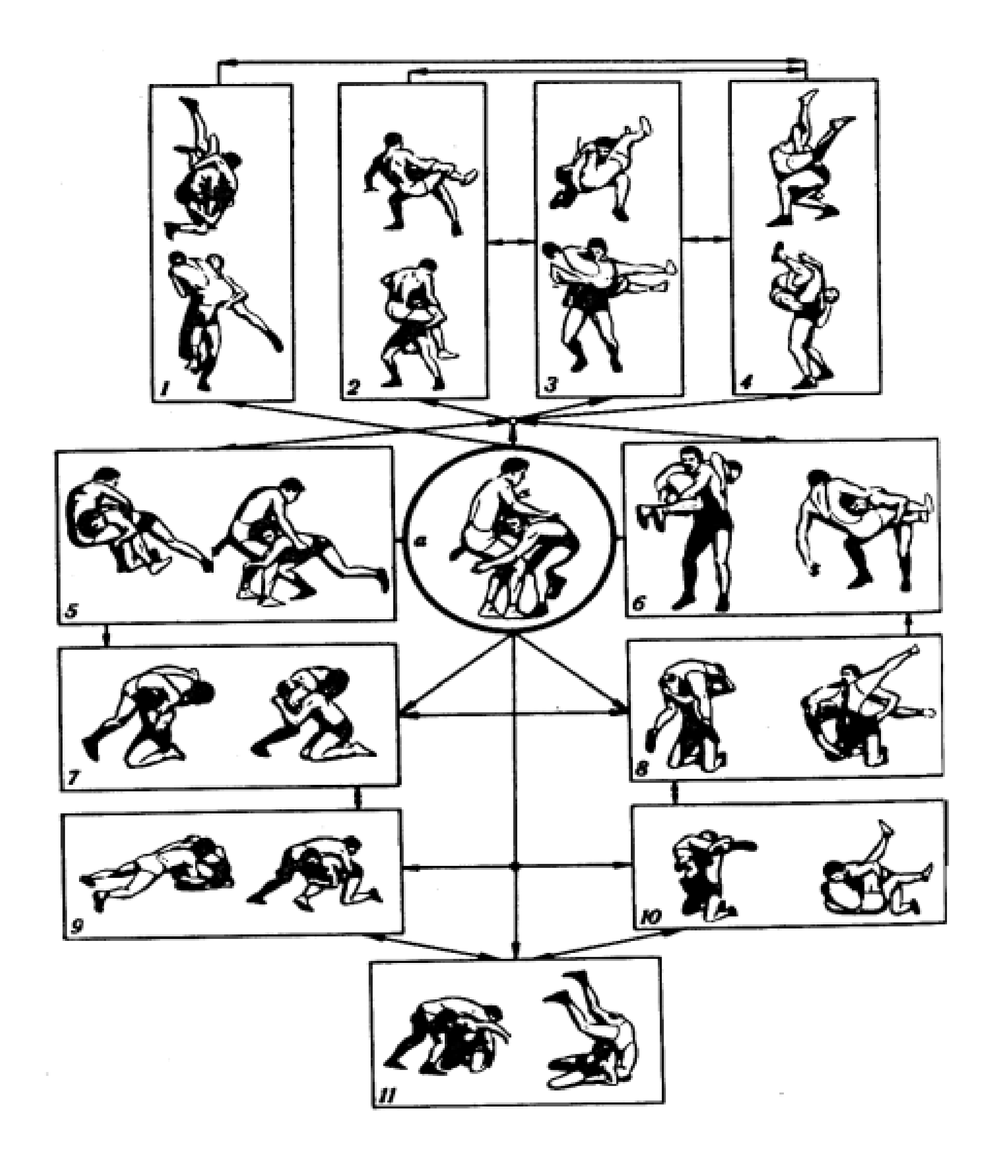


Fig3.3.o- Ejemplo de enfoque de la antigua iniciativa rusa como estudio de lucha libre Complejo técnico-táctico de lucha libre “BARRIDO DE PIERNAS” análogo a “MOROTE GARI”. De Rajko Petrov Lutte Libre et Lutte Greco Romaine (Hoy estas técnicas actualmente no están permitidas por el cambio en reglas de reglamento).

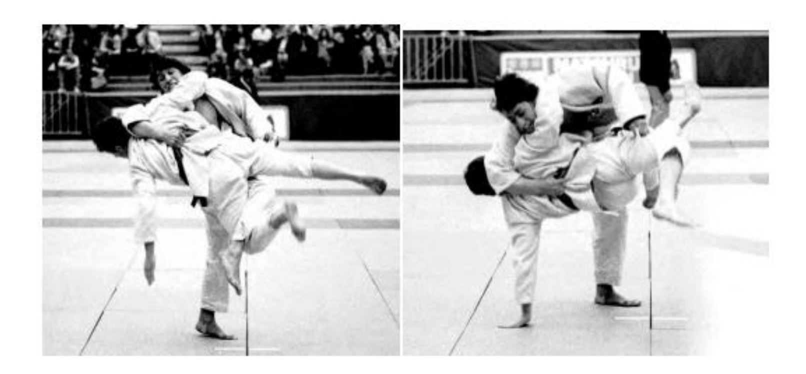


Fig3.3.p- Khabarelli: maestro del agarre y ataque poco ortodoxos –Este lanzamiento no es donde uchi gari cambió en un levantamiento extraño (comentario de Adams); pero se trata de un conocido tiro de lucha libre llamado Kliket hacia atrás, facilitado por las sujeciones del cinturón y del pantalón, como se puede ver en la ilustración del libro del profesor Petrov. (Finch) (Hoy estas técnicas no están permitidas por el cambio en las reglas del reglamento)

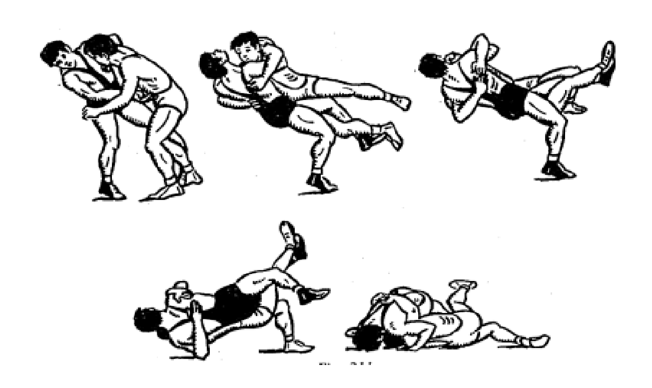


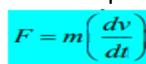
Fig.3.3.q - Kliket hacia atrás de Rajko Petrov Estilo libre y lucha grecorromana.

3.4. Alcance relativo, agarres y sincronización (Mai Ai, Kumi Kata, Kobo Ichi)

El estudio del sistema biodinámico "pareja de atletas" durante una competición señala la importancia fundamental de las posiciones relativas durante la técnica Nage waza. Las posiciones particulares coinciden con diferentes distancias entre atletas y se superponen con otros métodos de ataque y defensa en diferentes longitudes cercanas. Las distancias se clasifican, por utilidad didáctica, en función de la dimensión:

- TO MA → Gran distancia
- MA → media distancia
- CHICA MA →pequeña distancia

Estos conceptos fueron ampliamente estudiados por muchos antiguos maestros de budo y, de hecho, es emocionante notar que el tiempo de aplicación en una técnica de lanzamiento, ya sea defensiva u ofensiva, es la función principal de la distancia relativa entre el atacante y el rival. En cuanto a la ofensiva, el concepto de distancia es fundamental para hacer uso de la potencia adecuada. De hecho, a partir de esta fórmula, $P = Fv = F\left(\frac{dr}{dt}\right)$ se puede comprender que la potencia

desarrollada es directamente proporcional a la distancia entre los atletas, por esta razón, el espacio de crecimiento es el equivalente a una mayor potencia disipada, mientras que a intervalos crecientes sigue una disminución de la fuerza de ataque que es inversamente proporcional a la  $F = m\left(\frac{dv}{dt}\right)$

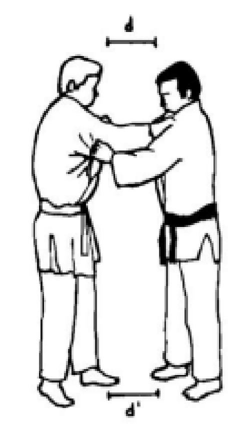
En cuanto a la defensa, la distancia tiene una parte aún más predominante. La reacción defensiva, según las situaciones, será diferente. La acción defensiva es una función principal de los intervalos entre el ataque y el contacto iniciales de ambos cuerpos. Si este intervalo es de larga duración, el tiempo disponible para seleccionar de acuerdo con la reacción será superior, y este intervalo está relacionado con el tiempo de reacción del atleta.

Estas acciones defensivas también son una función de la distancia entre los competidores, la oportunidad de una reacción efectiva relacionada con el ataque en ángulo, por ejemplo, la defensa utilizando un gran taisabaki, usando un poco de traslación y de la rotación de las caderas. Estas conexiones prueban esta dependencia funcional y la importancia de la distancia relativa: en la velocidad, las distancias superiores se cubrirán en mayor tiempo vdt = dr.

Entre mayor sea la distancia relativa entre dos atletas, mayor será el momento de inercia de la agrupación biodinámica y, por lo tanto, superior será el espacio para la rotación: $I = mr^2$

Por esta razón, es fundamental, realizar una técnica para utilizar de la mejor manera el concepto de distancia relativa. Una mejor distancia para realizar una técnica está en el equilibrio entre el tiempo óptimo para tener un contacto y el espacio disponible para realizar el movimiento de ataque, preservando un momento inercial considerable en la pareja del atleta. *Dominar de la manera correcta la distancia relativa es la esencia de la capacidad ofensiva y defensiva*. Más a menudo en la competición, se puede observar que la habilidad del ganador se basa en la capacidad de resolver con su cuerpo el problema de la distancia relativa. Y que se adapte con alta flexibilidad y coordine su cuerpo a la posición del cuerpo del adversario para ganar la posición de contacto correcta, que es la mejor para lanzar. La distancia relativa entre los atletas en un grupo biodinámico puede ser anulada para realizar una técnica por un taisabaki o controlada a lo largo del eje longitudinal por la posición de guardia. Durante una competición, hay muchos tipos de enfoques que regulan la distancia relativa entre dos atletas.

En cuanto a la didáctica, se pueden agrupar en tres clases:

1. *Posiciones de guardia diagonales*	2. *Posiciones de guardia normales*	3. *Posiciones de guardia flexionada*
		
Fig 3.4.a guardia diagonal: d = d'<d''	Fig.3.4.b Guardia normal: d = d.	Fig.3.4.c Guardia flexionada: d<<d.'
Los judokas se colocan de manera que la distancia relativa entre ellos sea casi nula, mientras que en el otro lado es grande y en ocasiones abierta.	Los judokas se colocan de modo que la distancia relativa sea más o menos igual en ambos lados. En este tipo de posición de guardia, también existe la que los japoneses llaman SHIZEN HON TAI.	Los dos judokas se colocan de manera que la distancia relativa entre ellos detrás sea casi nula, mientras que a la altura de las caderas sea la mayor posible. En japonés se llama JIGO TAI a estas posiciones de guardia.

A cada uno se le asocia un grupo particular de Kumi Kata y a cada una de estas posiciones de guardia coincidirá una competición específica de estrategia y la capacidad de realizar algunas técnicas de lanzamiento. En el campo dinámico de estos guardias, las posiciones están conectadas a menudo con una cadencia o ritmo de ataque bien definido en el grupo biodinámico "pareja de atletas" (ver 9.2)

Hoy en día, con una alta especialización profesional a nivel internacional, la evolución del Judo superior está presente sobre todo en dos aspectos biomecánicos bien determinados:

1) Aumento del fortalecimiento físico

2) El predominio del Kumi Kata, que se origina a partir de este enfoque.

A partir del estudio de campeonatos mundiales, los juegos olímpicos y otras competiciones importantes, y de la experiencia del shiai, algunos competidores internacionales se especializan en Kumi Kata particular para afectar su técnica única (Tokui waza) en condiciones dinámicas. A partir del estudio de la fase inicial de estas competiciones, se puede comprender que el momento crucial del combate es "la batalla para imponer el propio Kumi Kata". Muchas veces, antes del Kumi Kata, hay algunos "saltos de mano" que estabilizan algunos Kumi Kata de seguridad y permiten posar de perfil hacia el adversario. De esta manera, el rival no tiene una gran superficie para agarrarse y atacar, por lo que es capaz de evitar el agarre eventualmente peligroso y desfavorable (posiciones de guardia diagonal). Después de esta fase, el atleta trata de construir con cuidado y lentamente su posición favorita de Kumi Kata, lo que provoca un poco de distracción y una breve debilidad. El momento del control de los puntos de contacto (manos) en movimiento, se convierte en una fuerte oportunidad de ganar un combate para un adversario técnicamente bien preparado. Hoy en día, la realización y definición de un kata kumi único durante una competición se considera un arte en sí mismo y una fase fundamental del "Judo Superior Dinámico". En el análisis dinámico anterior, ya hemos hablado del papel crítico que juegan las manos, como puntos de contacto. Por lo tanto, sólo mediante una acción de los brazos, con un movimiento corporal adecuado, será posible desequilibrar a uno de los atletas en el grupo biodinámico "Pareja de Atletas". Muchas veces, ahora, la derrota está mucho más en un error de kata kumi que en moverse. Los errores en el combate, como los pies de cerca, los saltos, los pies cruzados, no son tan importantes debido al equilibrio dinámico del atleta, mientras que los errores de kumi kata se reflejan directamente en el equilibrio y la transferencia de energía al atleta individual. Durante la práctica del "Judo dinámico superior", el kumi kata no solo tiene un papel informativo, sino que, sobre todo, se convierte en un aspecto psicológico esencial sobre la imposición de la propia voluntad al adversario para cruzar sus reacciones.

Todos estos conceptos producen algunas características fundamentales requeridas por todo deportista:

- Aumentar el fortalecimiento físico
- Aumento de las capacidades acrobáticas
- Mantener un "ritmo" constante y alto en el combate.
- La capacidad de usar el kata kumi especial propio después de estar sometido al kata kumi del adversario
- Estudiar las oportunidades para realizar el kumi kata especial propio
- El ajuste continuo sobre Renzoku waza se origina a partir del kumi kata especial personal.

El número de kumi kata es infinito, pero también es importante clasificarlos en grupos de acuerdo únicamente con la clasificación utilizada por la Federación Francesa (FFJDA) (Les Kumi-Katas).

Los estudios analíticos sobre el Kumi Kata, utilizado en la competición, como el Kumi Kata derecho, izquierdo, mixto, estudiado en Japón (Los estudios analíticos sobre los concursos realizados en todos los Torneos del Campeonato de Japón) demostraron que 100 competidores japoneses ejercían solamente: 62,5% Kumi Kata derecho; el 34,5% abandonó Kumi Kata; 3% ambos agarres y 0% Kumi Kata mixto. Algunos ejercicios isométricos simples para producir un Kumi Kata robusto se muestran en el espléndido libro de Inokuma y Draeger (Weight Training for Championship Judo).

Clasificación de Kumi Kata utilizada por la Federación Francesa (FFJDA) (Les Kumi-Katas).	
KUMI KATA DERECHO	KUMI KATA IZQUIERDO
a) Kumi Kata de la mano derecha hacia abajo. La mano izquierda engancha la manga derecha. La mano derecha engancha el cuello izquierdo, a la altura de las caderas, por encima del cinturón. b) Kumi Kata normal-derecho. La mano izquierda atrapa la manga derecha. La mano derecha atrapa el cuello izquierdo, debajo de la clavícula c) Kumi Kata derecho hacia arriba. La mano izquierda atrapa la manga derecha. La mano derecha atrapa el cuello izquierdo en la parte posterior del cuello	a) Kumi Kata de izquierda hacia abajo. La mano derecha engancha la manga izquierda. La mano izquierda atrapa el cuello derecho a la altura de las caderas, por encima del cinturón b) Kumi Kata normal izquierdo. La mano derecha atrapa la manga izquierda. La mano izquierda atrapa el cuello derecho, debajo de la clavícula c) Kumi Kata de izquierda hacia arriba La mano derecha atrapa la manga izquierda. La mano izquierda atrapa el cuello derecho en la parte posterior del cuello
KUMI KATA MIXTO	KUMI KATA MANGAS
a) Kumi Kata mixto-normal: Ambas manos agarran ambas solapas por debajo de la clavícula b) Kumi Kata mixto: Ambas manos agarran ambos cuellos a la altura de las caderas	a) Ambas manos a ambas mangas
KUMI KATA CON OPORTUNIDADES	KUMI KATA CAMBIADO
a) Mano libre La otra mano en la manga La otra mano en el cuello	a) Con una de las manos en el cinturón Con una mano, agarra el cuello Con la otra mano en la manga, por el mismo lado.
KATA KUMI CRUZADO	
a) Con la mano derecha en el borde de la manga derecha Con la mano izquierda en el cuello izquierdo o viceversa	

Kobo Ichi

El estudio del Kobo Ichi[8] (oportunidad) se realizará a la luz de algunos parámetros generales capaces de clasificarlo desde el punto de vista didáctico.

El análisis de la competición muestra un mensaje inequívoco de que Kobo Ichi trabaja en el campo físicobiomecánico y en el área psicológica. Será posible construir una oportunidad utilizando tanto a Renzoku Waza como a Damashi Waza. De hecho, todo el estudio de la Iniciativa es tentativo para encontrar una oportunidad. Pero hay otros sistemas más sutiles para crear una oportunidad, por ejemplo, para inducir una dificultad psicológica que produce errores ya sea en Kumi Kata o Shintai. O para aplicar una técnica nueva y desconocida (ver 5.3) o para utilizar diferentes trayectorias de cambio para realizar la acción de tsukuri. El estudio de las competiciones mostró sobre el Kumi Kata, la utilización de un Kumi Kata transitorio único para aprovechar una oportunidad, la utilización del Kumi Kata derecho para aplicar lanzamientos a la izquierda o viceversa. En el artículo citado anteriormente, el 53% de los atletas que utilizaban tanto el Kumi Kata derecho como el izquierdo aplicaban solo lanzamientos de izquierda con más resultados que los atletas derechos. Además, se analizó el aprovechamiento particular de la superficie de combate. El 28% de los atletas peleó en el borde del tatami, mientras que el 36% terminó la pelea en el borde. Es por eso por lo que, el 75% de los lanzamientos decisivos (Kimari Waza) se aplicaron a los bordes. El otro resultado impresionante fue el uso de la superficie del tatami para que Kumi Kata encontrara una oportunidad. Con el mismo Kumi Kata, los luchadores se utilizaban para luchar en la superficie total. Con el Kumi Kata opuesto, los luchadores estaban acostumbrados a luchar solo en el límite. Esto significa que, en condiciones difíciles, al encontrar una oportunidad en el campo biomecánico, se utilizan todas las fuerzas para aumentar la dificultad de obtener una opción en el área psicológica.

[8] Unidad en el ataque y en la defensa. Google.

El estilo japonés

Mucha gente habla del judo clásico o del judo japonés, pero ¿a qué se refieren? Ahora intentamos definir de forma biomecánica las principales características del judo japonés. Los agarres japoneses clásicos son los llamados agarres estándar manga/solapa. Para el antiguo estilo ruso, el objetivo era encontrar una posición superior para inclinar hacia adelante al adversario para aumentar su inestabilidad y ralentizar la velocidad de cambio. Sin embargo, por el uso correcto del peso de su propio cuerpo, los japoneses están especializados en aplicar, mediante agarres clásicos, su peso sobre los adversarios. Los japoneses y la mayoría de los competidores japoneses modernos luchan con agarres regulares derechos o izquierdos, pocos de los aplicados también solapa /cuello alto, pero la distancia relativa es siempre media (ver Invariantes de Competición 8.2). Como nos recuerda Kenji Tomiki, "el jujutsu de la vieja escuela consiste en romper la condición (simetría) del cuerpo, que ha perdido el equilibrio. Se llama kuzure-no-jotai (estado de equilibrio roto). A veces, el oponente mismo pierde el equilibrio, y en otras ocasiones se destruye positivamente el equilibrio del oponente, llevándolo a una postura vulnerable. En el judo, cada técnica se analiza en tsukuri (acción preparatoria) y kake (ataque). La acción preparatoria se divide a su vez en aite-no-tsukuri (preparación del oponente) y jibun-no-tsukuri (preparación de uno mismo).

Preparar al oponente consiste en destruir su equilibrio antes de realizar una técnica y ponerlo en una postura en la que sea fácil aplicarla. Al mismo tiempo, el propio concursante debe estar en una postura y posición en la que sea fácil aplicar una técnica. Esta es la preparación del yo. Sobre esta base biomecánica, los japoneses han construido su estilo para superar los sistemas defensivos de los adversarios y aplicar una fase práctica de kuzushi tsukuri estrictamente relacionada con algunas habilidades motoras bien definidas como el cambio rápido de velocidad del atleta o la velocidad de cambio rápido del sistema de acoplamiento, los agarres clásicos, la colisión y el tiempo. Un aspecto emocionante es la capacidad de los atletas japoneses para tomar ventaja inmediata ante la ruptura de la simetría de los adversarios.

Los atributos motores anteriores están relacionados con un alto bagaje técnico y con la capacidad de superar a la mayoría de los competidores mediante una combinación de velocidad superior, flexibilidad, coordinación, herramientas acrobáticas y una aguda sensibilidad de sincronización conectada a una aplicación particular de presión (peso del cuerpo) mediante agarres que ralentiza a los adversarios y, al mismo tiempo, hace que sus cadenas biomecánicas inferiores sean ligeras. Desde mi punto de vista, es atractiva esta mezcla de habilidad, velocidad y feroz resolución técnica, llamada "judo clásico japonés". Son atletas de mente abierta capaces de gobernar de la manera correcta muchos de los problemas de espacio (distancia relativa entre los cuerpos de los atletas) que ocurren en el Sistema de Pareja de Atletas durante la competición.



Fig.3.4 d,e,f,g,h,i - Ataque clásico del derecho Seoi Nage del japonés Koga (Finch)

La vieja escuela Rusa

No importa un estilo diferente o un punto de vista diferente; la biomecánica nos ayuda a entender el antiguo sentido ruso de luchar contra el judo. La primera parte de este párrafo muestra el punto de vista japonés, estrictamente relacionado con la velocidad, la velocidad de cambio rápido, los agarres clásicos y el tiempo. Atributos motores que, en nuestra visión al final, están conectados con la capacidad de vencer a un adversario igual mediante una velocidad y habilidad superiores.

Normalmente, los japoneses luchan con agarres regulares a la derecha o a la izquierda (la manga / solapa estándar), después de que a veces aplicaron también el cuello de solapa / alto y en una situación particular incluso la manga / cinturón en el costado a una distancia relativa media (ver Invariantes de competición 8.2). Sobre esta base estilística biomecánica han construido todos los estudios para superar los sistemas defensivos y aplicar una fase práctica de kuzushi tsukuri, con el fluido y atractivo "judo clásico".

El enfoque ruso parece más pragmático y menos relacionado con el espíritu del Bushi Do. Como luchador práctico, las pautas rusas adquieren al principio una fuerte ventaja por los puños, más fácilmente y con más grados de libertad que en la lucha libre por la presencia de chaqueta, inclinando al adversario hacia adelante, disminuyendo la distancia de los hombros, y (ver Invariantes de Competición 8.2) colocando de esa manera el cuerpo del adversario en una posición más desequilibrada y, en consecuencia, estática, Esto significa que no le permite adquirir una alta velocidad de cambio.

En esa posición, el momento del ataque es crítico, pero es diferente y tiene un significado más amplio; desde el "Judo clásico", que se basa en otros movimientos de velocidad en el sistema acoplado, el atacante puede inducir a su oponente a ir en una dirección predeterminada que lo llevará a una posición de kuzushi para ser lanzado.

El tiempo en los agarres rusos no se basa en la comprensión y la previsión del movimiento de todo el cuerpo, como en los agarres japoneses, sino en el paso más desafiante, el pronóstico del movimiento corporal. Teniendo en cuenta el ejemplo del ataque al cuerpo del adversario, por lo general, sucederán las siguientes situaciones. Cuando se utilizan agarres rusos, la distancia relativa del tronco es más corta, lo que significa que mediante la sensibilidad de la mano / brazo (en el agarre profundo del cinturón en la espalda), es posible comprender y pronosticar el movimiento del tronco y aplicar la tracción/empuje correcto. Con el segundo agarre en la manga, es posible controlar y predecir el movimiento de la cintura/piernas del adversario utilizando de nuevo el lanzamiento derecho.

Teniendo en cuenta el ataque directo al cuerpo del adversario, por lo general, esta otra situación sucederá. Tori, después de agarrar a Uke, se mueve de lado, esta lateralización hace más difícil tanto la defensa como los contraataques para Uke, y Tori puede aplicar, gracias a la posición más estática del adversario, una gran cantidad de un par de fuerzas atacando en muchas direcciones diferentes: frontal, trasero, balanceo y así sucesivamente. De hecho, al disminuir la velocidad de cambio, la fricción dinámica (dependiendo de la velocidad, dado que $F\ v = -\mu$) crecerá porque el coeficiente de fricción crece cuando la velocidad disminuye. Esto significa un mayor consumo de energía para los movimientos técnicos que a menudo están conectados a la sustentación vertical, con una mayor necesidad de potencia para luchar contra la fuerza de la gravedad.

Otras consideraciones relacionadas con el estilo ruso son el enfoque de mente abierta para el uso activo de los brazos como herramientas de lanzamiento útiles (véase la última figura) y los consiguientes brazos fuertes y musculosos de los atletas. Otra necesidad, relacionada con el aumento de la estabilidad y la disminución de la velocidad de cambio del sistema de acoplamiento, es la necesidad de bajar por el centro de masa del adversario para las técnicas de una palanca física.

Recordemos el aumento de la aplicación del tama guruma o suwari kata guruma por parte de los atletas, pero hoy en día no está permitido. La aplicación de una fuerza muscular más significativa explica el aumento del brazo utilizado para descargar el cuerpo del adversario. En las siguientes figuras, podemos ver a partir de una posición de agarre multipropósito ruso un ataque ruso clásico: Ushiro Hiza Ura Nage (como nombró Roy Inman) con una acción de lanzamiento decisiva. Finalmente, una aplicación eficiente de la palanca por un brazo Suwari Te osoto otoshi (Inman) porque un brazo no puede aplicar un par de fuerzas contra las piernas más robustas y solo podría usarse como punto de parada.



Fig.3.4.j,k,m,n,o,p.q,r,s,t-Secuencias de ataque al estilo antiguo ruso: Ushiro Hiza Ura Nage, Suwari Te Osoto Otoshi. (Finch) esta última técnica hoy en día no está permitida (los nombres son de Roy Inman)

Estilo unificado moderno

Durante estos pocos años desde la segunda edición, la Federación FIJ se enfrentó a la necesidad de cambiar las reglas de arbitraje para inyectar más dinámica de competición de judo. Con el último cambio (ver 8.1), el objetivo se logra claramente, pero con un estilo de combate unificado por parte de los atletas de diferentes países.

Los atletas de todo el mundo están enterados de tener que dominar este nuevo estilo unificado, pero, en algunas situaciones, deben luchar contra (y de acuerdo con) el conocimiento adquirido al viejo estilo. Esto significa que los atletas jóvenes tienen que ser más flexibles y versátiles que los atletas mayores. En los capítulos 8 y 9 se analizará en profundidad esta situación.

Sólo aquí, a título de información gruesa, se subrayará el aspecto principal de este estilo unificado.

- 1) Posición correcta más clásica en una competición (menos ruptura de simetría),
- 2) más uso de agarres clásicos,
- 3) uso extensivo de técnicas de pierna (con herramienta de cupla aplicada),
- 4) aumento de la fuerza explosiva,
- 5) mayor velocidad de cambio del sistema de acoplamiento de atletas,
- 6) Control de agarre robusto.

Entonces, fuera de la aplicación siempre presente de Seoi, Suwari Seoi, Uchi Mata, O Soto Gari y Harai Goshi / Ashi guruma, nuevas entradas como Okuri Ashi, De Ashi, Harai Tsurikomi Ashi, Ko Uchi Gake, O Soto Gake y Hiza guruma se aplican con más frecuencia en competiciones de alto nivel. Nuevos judokas estrella han nacido en este tiempo, con los habituales europeos "de primera clase" Rusia y Francia, vemos brillar a Georgia, Azerbaiyán, Rumania, Israel con alguna vieja estrella como Inglaterra, Holanda, Alemania, Italia y en Asia con Japón y Corea, Mongolia y China, a veces también Cuba, Estados Unidos y Canadá. En las siguientes figuras, se muestran algunos ejemplos modernos de este estilo unificado.





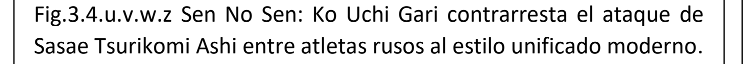


Fig.3.4.u.v.w.z Sen No Sen: Ko Uchi Gari contrarresta el ataque de Sasae Tsurikomi Ashi entre atletas rusos al estilo unificado moderno.

Fig.3.4.α.β.γ.δ. Forma moderna de Ko Soto Gake interpretada por un atleta mongol



Fig.3.4 ε.ζ.η.θ.ι.κ. Una forma moderna de aplicación de palanca Eri Seoi otoshi, Basile, Juegos Olímpicos 2016



Fig.3.4.λ.μ.ν.ξ.ο.π. Forma moderna de técnica de pareja Ko Uchi Gake/ Makikomi, Ono, Juegos Olímpicos 2016

Bibliografía

[1] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo Mediterranee Publisher ISBN: 8827203486 Roma 1988

[2] Seta, Y., Kawasaki I., Takahashi M., Hashimoto N., Kudo T. Mitsuhashi H. Relations between Gripping Methods and Favorite Tricks in Judoka. http://judoinfo.com/research20.htm Sacripanti A, A Biomechanical Reassessment of the Scientific Foundations of Jigorō Kanō's Kōdōkan Jūdō https://arxiv.org/abs/1206.1135; 2012

[3] Sacripanti A, A Biomechanical Reassessment of the Scientific Foundations of Jigorō Kanō's Kōdōkan Jūdō https://arxiv.org/abs/1206.1135; 2012.

Capítulo 4. Principios biomecánicos del entrenamiento de judo

4.1 Acondicionamiento: Aproximación lineal clásica

El entrenamiento para los deportes de lucha ha cambiado mucho en los últimos quince años. Uno de los principales cambios ha sido la introducción de las ciencias del deporte en el proceso: la fisiología del ejercicio, la biomecánica, la ciencia del entrenamiento, se utilizan sistemáticamente en un modelo multidisciplinario. El condicionamiento clásico consiste en exponer al organismo a un estrés de trabajo de entrenamiento de suficiente intensidad, duración y frecuencia para producir un efecto medible. La carga de acondicionamiento es, por lo tanto, relativa al nivel de condición física del atleta. Los principios básicos de condicionamiento se muestran en la figura 4.1. a

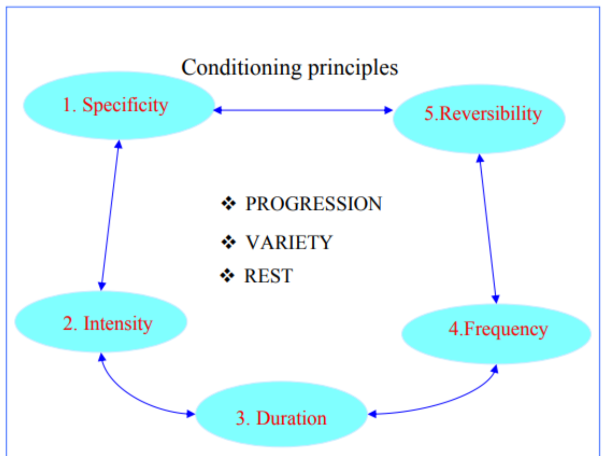


Fig 4.1 a basic conditioning principle

La linealidad se centra en el efecto de adaptación del cuerpo humano: se produce la adaptación a una carga dada. La intensidad del acondicionamiento debe aumentarse de forma natural de forma lineal para lograr una mayor mejora. La relación causal simple, el reduccionismo y la linealización de la recolección de datos son parte del pensamiento tradicional aplicado a los problemas biológicos. La linealización sintetiza tales procedimientos toda vez que significa que los mecanismos causales pueden explicar un fenómeno que, una vez involucrado, con muchos factores, utiliza la estrategia de diferenciar el sistema en muchas partes con su suma posterior. Por ejemplo, en lo que respecta al rendimiento físico, se suele aceptar la presencia de factores que limitan o favorecen el desarrollo de la fatiga.

Más concretamente, en cuanto a la linealización de los datos, todavía se verifica en la actualidad utilizando términos que reflejan esta forma de pensar como un equilibrio, homeostasis o estado estacionario aplicado al condicionamiento del deportista. Sin embargo, es bien sabido que la linealidad es solo teórica. No existe una relación lineal entre la cantidad de condicionamiento y el efecto del condicionamiento. Por ejemplo, 2 horas de entrenamiento por semana pueden causar

un aumento en la absorción máxima de oxígeno, para una cantidad específica, pero si el acondicionamiento es el doble, que es de 4 horas por semana, el aumento en la absorción de oxígeno no será el doble que la cantidad anterior. Sin embargo, sólo se presenta un pequeño porcentaje de incremento. Esto subraya la no linealidad del sistema, pero en aras de la simplicidad, en aproximación bruta, todos los dedicados al deporte (entrenadores) siguen pensando en lineal.

El acondicionamiento físico puede definirse como la mejora de las capacidades motoras y funcionales (energéticas), las características morfológicas y el estado de salud de los atletas. El acondicionamiento físico tiene su directividad versátil, básica, específica y situacional. El dominio de cada aspecto del acondicionamiento físico depende de la fase de desarrollo deportivo a largo plazo, la periodización del entrenamiento a corto plazo, las características de la disciplina deportiva y las características del atleta. Los últimos tiempos han traído la necesidad de utilizar una variedad de aspectos adicionales de la preparación del acondicionamiento. Por lo tanto, el propósito del acondicionamiento físico es la mejora y el desarrollo de las características del cuerpo humano. Este sistema de mejora tiene como objetivo alcanzar un mayor nivel de eficacia física, que está en concordancia con la teoría del entrenamiento deportivo conocida como preparación para el condicionamiento.

La preparación física contiene tres elementos: salud física, desarrollo y eficacia físicos. La combinación de estos elementos determina el potencial morfológico-funcional de un deportista, realizando muchas actividades motoras, por cantidad e intensidad. La acción sistemática sobre estos elementos a través de programas de entrenamiento produce la mejora de las capacidades físicas. Sin embargo, también hay diferentes opiniones sobre la preparación del acondicionamiento.

En general, los investigadores definen el entrenamiento del condicionamiento tanto en un sentido integral como especializado. El término condición en el sentido más amplio considera todos los factores psicológicos, físicos, técnicos, tácticos, cognitivos y sociales del logro, mientras que la condición en su mente especializada se basa solo en características físicas (resistencia, fuerza, velocidad y flexibilidad). Carlo Vittori define el condicionamiento como "*la organización de los ejercicios físicos, realizados en tal cantidad e intensidad que el resultado debe ser el aumento progresivo de la tensión que estimula los procesos adaptativos fisiológicos, ayudando al crecimiento de las capacidades físicas, psíquicas y técnicas del atleta con el fin de fortalecer y aumentar el resultado del rendimiento*”.

Por lo general, los programas de acondicionamiento de judo se basan en tres fases: Básico, Intermedio y Avanzado.

• *La primera fase (Básica)* consiste en el trabajo de un programa de entrenamiento que tiene como objetivo el desarrollo de los llamados fundamentos básicos (fuerza y resistencia), que ocupan una parte importante del entrenamiento general multifacético,

• *La segunda fase (Intermedia)* requiere una menor cantidad de trabajo general, pero una mayor intensidad de esfuerzo, para desarrollar los llamados fundamentos competitivos específicos del judoka,

• *La tercera fase (Avanzado)* desarrolla habilidades específicas, la agilidad de los competidores y las habilidades motoras y situacionales.

En el siguiente diagrama, es posible ver la estructura del acondicionamiento físico para deportes complejos como el judo. El acondicionamiento está relacionado con la primera y segunda fase del entrenamiento de judo.

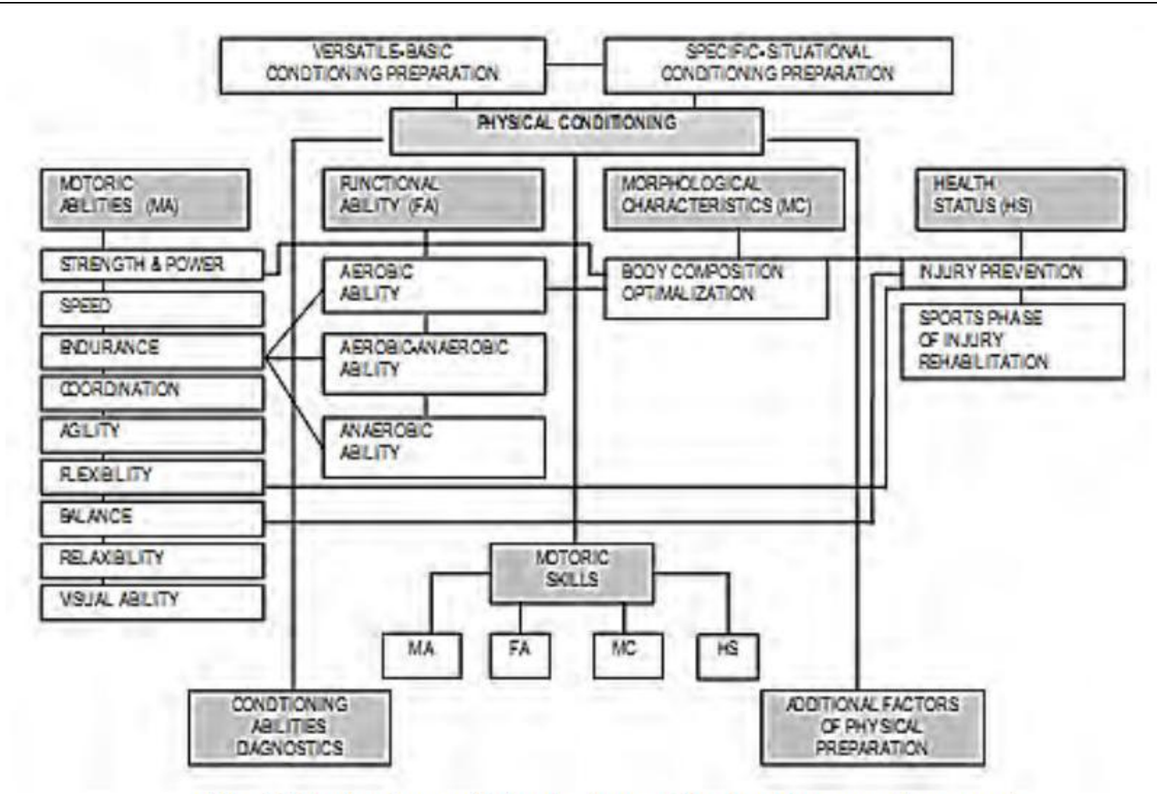


Fig.4.1.b structure of physical conditioning for complex sports

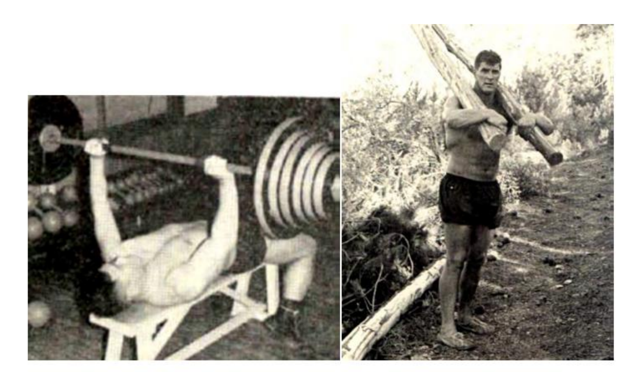


Fig4.1.c.d Anton Geesink and his old way of conditioning

La forma profesional moderna de construir estas dos fases es la aplicación de la periodización. La vieja forma era más ingenua y poco profesional, pero de todos modos eficiente. Es posible ver al viejo campeón Anton Geesink durante su propio camino hacia el acondicionamiento en las siguientes figuras.

En las siguientes figuras, podemos ver una forma antigua y actual en muchos clubes de judo, el uso de ayudas al entrenamiento como una cámara de aire, o expansor, o banda elástica. En 2003, Wang Chia Chun, en su tesis, analizó la biomecánica de la fuerza durante el entrenamiento con bandas elásticas en judo. Los resultados mostraron que es posible utilizar dos métodos de entrenamiento diferentes: en la misma dirección y en orden inverso. El primero puede ayudar a crear un estallido corto y más vigoroso de fuerza. El otro podría usarse para crear un poder amenazante más duradero en la fase tsukuri kuzushi.

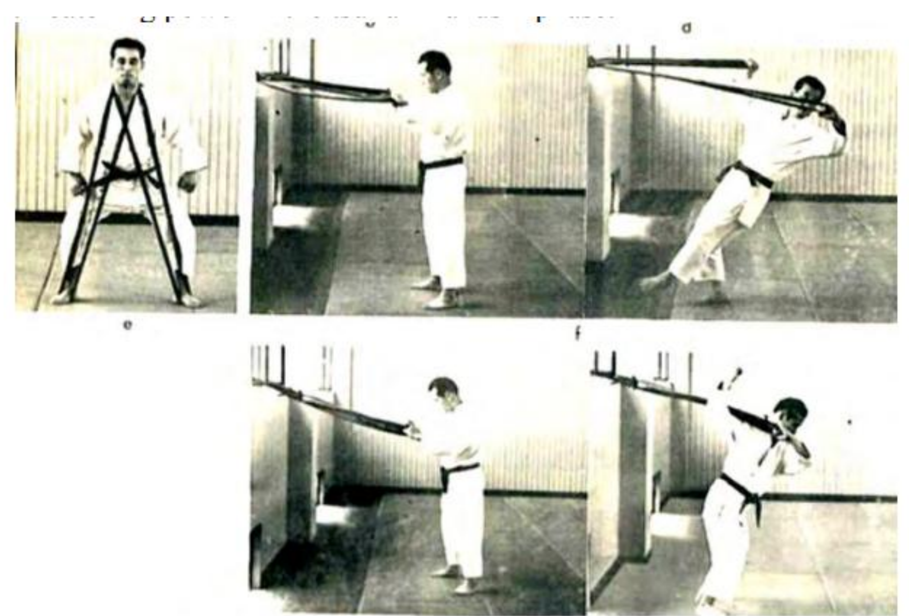


Fig.4.1e. Old but useful and always actual conditioning way "from Judo for High School."



Fig.4.1f. Practical and always actual conditioning Japanese exercises in a couple

Pero si pensamos en la preparación profesional de los equipos nacionales, las cosas deben ser diferentes. Un equipo nacional en preparación para el Campeonato Continental, Olímpico o Mundial necesita resolver el entrenamiento científicamente y superar el peligro del sobre entrenamiento. La forma moderna, como es bien sabido, se llama "Periodización". La progresión del entrenamiento y el equilibrio entre el volumen y la intensidad de las cargas de trabajo se han introducido en los últimos años. El concepto de periodización significa "estructurar las fases de entrenamiento para que conduzcan al nivel más alto de velocidad, fuerza y resistencia". También se utiliza para referirse a "la división del plan anual para garantizar un rendimiento óptimo para la competición principal". La periodización, entonces, es la regulación

de las variables del programa de entrenamiento de resistencia a lo largo del tiempo, lo que resulta en la prevención del sobre entrenamiento. Fue desarrollado en Rusia a finales de la década de 1950, se inspiró en el paradigma Selye basado en el Síndrome General de Adaptación que describe la respuesta del cuerpo humano al estrés, y fue popularizado por Metveyev y Bompa a principios de 1960.

Los sistemas de entrenamiento periódico suelen estar compuestos en el tiempo por tres tipos de ciclos: microciclo, mesociclo y macrociclo. El microciclo suele ser de hasta 7 días. El mesociclo puede variar de 2 semanas a unos pocos meses, y un macrociclo se refiere al período de entrenamiento general, que generalmente representa uno o dos años. La esencia de la periodización es un programa que permite al individuo que se somete a un entrenamiento de resistencia alternar períodos de descanso con períodos de entrenamiento intenso. Una correcta periodización del entrenamiento permite una adecuada adaptación funcional a los deportistas de judo. El programa puede servir como base para planificar y programar la primera y segunda fase del proceso de entrenamiento de los atletas de judo. De esa manera, es posible alcanzar un mayor nivel de capacidades físicas para las competiciones más importantes en un año.

Si lo pensamos bien, la teoría del entrenamiento se estableció cuando el conocimiento de la preparación del deportista estaba muy lejos de ser completo sobre los estudios biológicos y fisiológicos aplicados. Después de cincuenta años, el conocimiento aumentó y la ciencia del deporte experimentó cambios significativos. Hace cincuenta años nació el sistema de entrenamiento de periodización, la división anual del programa estacional en pequeñas unidades de entrenamiento durante períodos cortos. Este sistema tuvo éxito en todo el mundo, pero después de cincuenta años, la periodización ha recibido algunas mejoras; sin embargo, es el principal sistema de formación de hoy en día.

Algunas contradicciones entre la periodización clásica y la demanda de práctica deportiva de alto rendimiento se han desarrollado inevitablemente en los últimos diez años. Por ejemplo:

1. Un inconveniente de la teoría tradicional es su incapacidad para participar en muchas competiciones como un programa de judo real.

2. Limitaciones impuestas por períodos excesivamente prolongados de preparación necesaria y específica para el deporte

3. La alta fatiga se produce por un período prolongado de entrenamiento multiobjetivo.

4. Las respuestas fisiológicas conflictivas se producen por el entrenamiento de habilidades atléticas mixtas realizado con cargas de trabajo medias o bajas intensidades de concentración.

Estas circunstancias y factores contribuyeron a la búsqueda de enfoques de formación alternativos ofrecidos por entrenadores creativos y científicos con una orientación práctica. La periodización clásica se basa en el desarrollo simultáneo de múltiples habilidades a lo largo de un período de preparación más prolongado y grandes volúmenes de trabajo. Impide que los atletas participen con éxito en varias competiciones durante la temporada, pero recientemente en Rusia, se propuso un "Modelo de Periodización de Bloques" para entrenar" a los atletas.

Un reciente estudio comparativo entre la periodización en bloque y la periodización tradicional realizado por Bartolomei y colaboradores (2014) muestra que la periodización en bloque puede mejorar la expresión de la potencia superior del cuerpo en mayor medida que la periodización clásica con igual volumen; sin embargo, no se detectaron diferencias en las medidas de rendimiento corporal inferior y composición corporal.

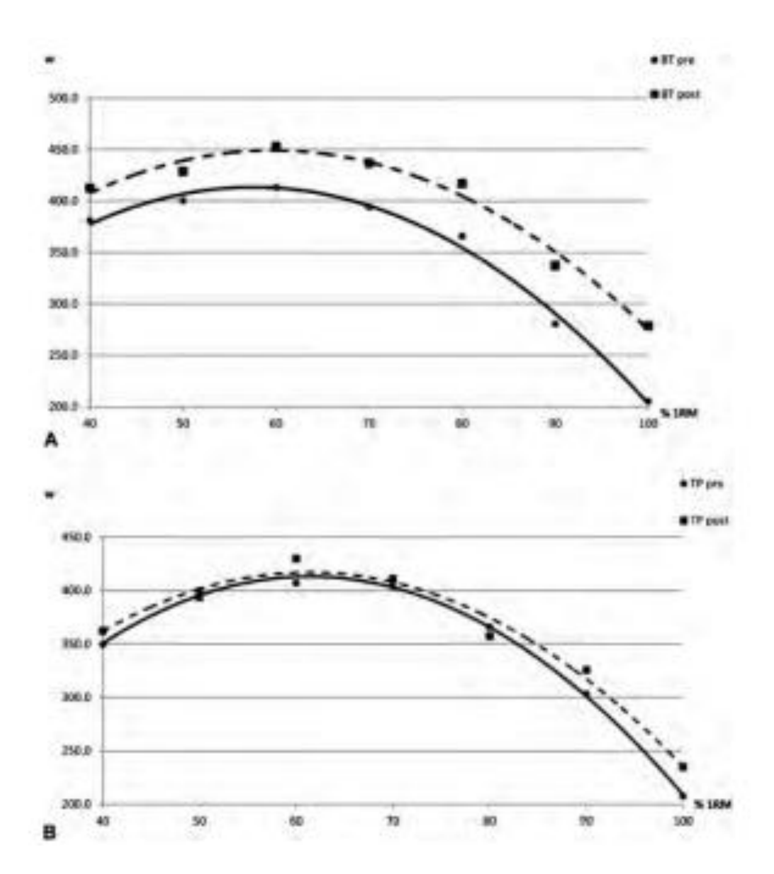


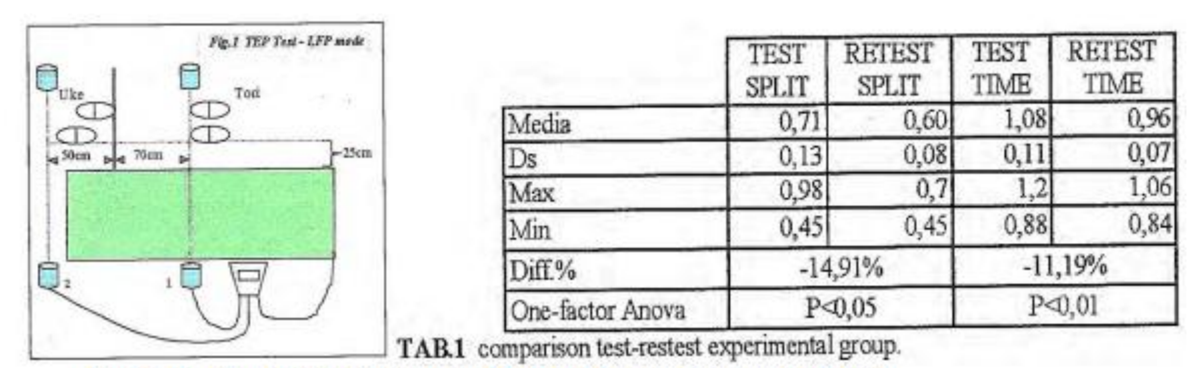
Fig.4.1. g Curva de Fuerza-Potencia en un Bloque y Periodización Tradicional antes y después del entrenamiento (Bartolomei 2014)

Un área fascinante pero menos estudiada es el método de recuperación. Durante el tiempo de desfase entre dos o más competiciones durante el campeonato de alto nivel, un documento de datos muy detallado presentado por Franchini y colaboradores (2009)[9] muestra que la diferencia entre la recuperación activa y pasiva obtuvo diferentes resultados. El hallazgo de esta investigación es que la recuperación activa puede mejorar muchas veces la capacidad de ataque.

El judo es un deporte altamente complejo que necesita un desarrollo completo de la habilidad y capacidades de un atleta a través de actividades muy especializadas: potencia, velocidad, flexibilidad, resistencia, movimientos complejos, etcétera. Sobre esta base, la fase avanzada del acondicionamiento necesita "metodologías" de entrenamiento exhaustivas. La mayoría de ellos han sido desarrollados y propuestos durante estos años. Estas "metodologías" están diseñadas para complementar el acondicionamiento físico de los atletas de judo, tanto básico como intermedio. Algunos de los intentos más emocionantes publicados en estos años se llevan a cabo a modo de ejemplo en los siguientes.

Algunos métodos especiales avanzados

Un método emocionante, realizado por Villani y Di Vincenzo (2000)[10], mostró el aumento de la velocidad de lanzamiento mediante la utilización de ejercicios clásicos de Butsukari y Nagekomi.



	TEST SPLIT	RETEST SPLIT	TEST TIME	RETEST TIME
Media	0,71	0,60	1,08	0,96
Ds	0,13	0,08	0,11	0,07
Max	0,98	0,7	1,2	1,06
Min	0,45	0,45	0,88	0,84
Diff.%	-14,91%		-11,19%	
One-factor Anova	P<0,05		P<0,01	

TAB.1 comparison test-restest experimental group.

Fig 4.1 h. Experimental setup and results for conditioning (Villani)

---

[9] Franchini E, de Moraes Bertuzzi RC, Takito MY, Kiss MA. 2009. Effects of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non-specific judo tasks. Eur J Appl Physiol. Nov;107(4):377-83.

[10] Villani, R., Di Vincenzo V. 2000. Increase of the speed of judo throwing techniques using a specific contrast method. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science.

Las vibraciones de todo el cuerpo se utilizaban para el entrenamiento en muchos deportes en estos tiempos. En Judo, algunos datos inéditos producidos en una tesis de maestría en la Universidad de Roma Tor Vergata mostraron que un grupo de 10 atletas entrenados con WBV 30 Hz hasta solo un día antes de la competición, y el grupo de control, entrenado con pesos clásicos y descanso, habían tenido el mismo aumento en la potencia muscular y la capacidad de salto. Esto significa que el WBV puede ser utilizado por los atletas de judo para preservar las condiciones de entrenamiento, justo antes de la pelea, sin ningún peligro de sobre entrenamiento o fatiga.

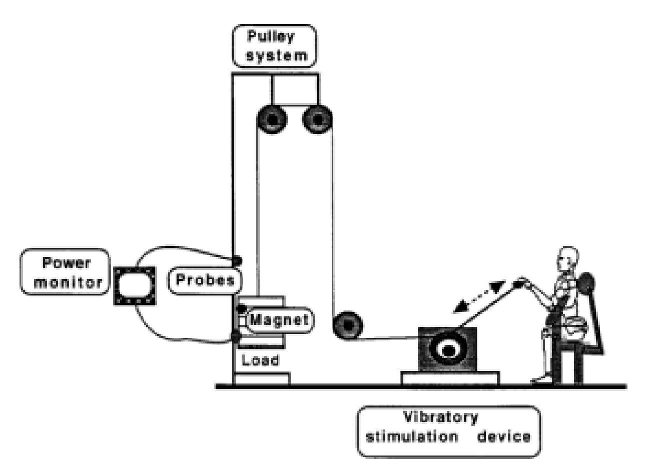


Fig.4.1.k. Experimental setup for vibrational conditioning (Israel)

En el otro borde del mar Mediterráneo, desde Israel, en 1998, Issurin y Tenenbaum aplicaron estimulación vibratoria durante ejercicios bilaterales de curl de bíceps de esfuerzo de fuerza explosiva. Los atletas realizaron dos series separadas de tres conjuntos de ejercicios en orden aleatorio. El segundo conjunto de una serie se administró con una vibración superpuesta de 44 Hz y una aceleración de aproximadamente 30 ms^{-2}, transmitida a través del mango de dos brazos a los músculos del brazo

El instrumento "Power Teach" midió la potencia mecánica de cada repetición. Los valores de potencia máxima y media de cada conjunto se registraron automáticamente y se mostraron en la pantalla. Los resultados mostraron que el modo de ejercicio (con vs sin estimulación vibratoria) resultó en un efecto inmediato significativo para la potencia media y la potencia máxima, alrededor del 10,4% y el 10,2% para la potencia máxima y media, respectivamente, en el grupo de élite.

Para proporcionar cierta comprensión de las capacidades fisiológicas que subyacen al rendimiento exitoso del judo, Franchini y sus colaboradores determinaron los valores representativos de varias variables fisiológicas en atletas de judo masculinos y femeninos clasificados a nivel nacional. Se examinó la composición corporal, la capacidad aeróbica, la fuerza isocinética de los flexores y extensores del codo y la rodilla, y el tamaño y la composición de las fibras musculares, como el vasto lateral. Las comparaciones entre divisiones de peso indican que los valores de muchas características variaron en función del tamaño. A medida que aumentaba la división de peso, el VO2 relativo disminuía (r = -0,53 y -0,63 para hombres y mujeres, respectivamente), el % de grasa corporal aumentaba (r = 0,64, 0,72) y las áreas transversales de las fibras musculares tipo I (r = 0,55, 0,77) y tipo IIA (r = 0,47, = 0,76) aumentaban. Entre las mujeres, en particular, los atletas de las divisiones de peso más alto eran más fuertes en relación con el LBM que los de la división inferior. Estos resultados indican que los perfiles fisiológicos de los judokas de élite de las divisiones de peso inferior y superior difieren notablemente. En un artículo fascinante, Sadowski (2005) [11] señala la atención de las habilidades motoras de coordinación en un análisis comparativo entre diferentes deportes de combate. Extrayendo datos de judo de este trabajo, las Habilidades Motoras Coordinativas dominantes se muestran en la siguiente tabla.

[11] Sadowski, J. 2005. Dominant Coordination Motor Abilities in Combat Sports. Journal of Human Kinetics volume 13, 61-72,.

Tabla 4.1.a Habilidades motoras de coordinación para judo

Habilidades motoras coordinativas	Autor
Reproducción precisa de variables básicas de movimiento.	Pidoria 1988
Reproducción precisa de variables básicas del movimiento, ritmo de relajación muscular	Wengliarskyj 1980
Combinación de movimientos, diferenciación precisa de movimientos, variables de fuerza, orientación espacial	Manolaki 1990
Reacción rápida y precisa, diferenciación de variables de fuerza de movimiento	Martemianow 1990
Diferenciación de movimientos, orientación espacial, equilibrio, velocidad de reacción, combinación y ajuste de movimientos	Schich 1979

Tabla 4.1.b El significado particular de las habilidades motoras de coordinación específicas en el judo

Habilidades de coordinación	**Judo**
Ajuste del motor	1
Velocidad de reacción	2
Combinación dinámica y estática	3
Orientación temporal y espacial	4
Movimiento Combinando	5
Diferenciación de movimientos	6
Relajación Muscular	7
Ritmo	8

4.1.1 Avances en el acondicionamiento lineal: ayuda del software

La tecnología hace tiempo que entró en el ámbito deportivo, y el análisis asistido por ordenador forma parte integral del régimen de entrenamiento diario del atleta. Sin embargo, la aplicación de nuevas tecnologías en el condicionamiento actual del judo no se aplica en muchos países.

Sistemas profesionales

En otros deportes complejos como el wushu, se mide el entrenamiento y se analiza el número de actividades físicas utilizando la temperatura de la piel, el gasto energético, el flujo de calor, la GSR y el contador de pasos, por ejemplo, mediante datos registrados en un brazalete especial. Body Media Company desarrolló la herramienta de brazalete SenseWear® PRO2 en Figure para recopilar señales para medir el número de actividades físicas. El brazalete contiene un sensor de temperatura de la piel, un sensor de temperatura cercana al cuerpo, un acelerómetro, un sensor de flujo de calor para medir las calorías emitidas por el cuerpo y un sensor de respuesta galvánica de la piel para medir la conducción eléctrica de la piel. Los datos obtenidos de los sensores se registraron en un almacén dentro del brazalete, y los datos resultantes de las actividades físicas de los aprendices de wushu se analizaron utilizando el software InnerView Wearer mostrado en las siguientes figuras



Fig.4.1.1a SenseWear® PRO2 Armband

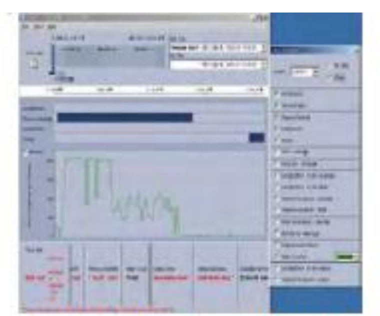


Fig.4.1.1.b Inner View Wearer Software

Hoy en día hay mucho software que se puede aplicar fácilmente al condicionamiento. Uno, por ejemplo, es Firstbeat PRO, que es una herramienta de software avanzada de análisis e informes de latidos del corazón Importación de datos de diferentes equipos de registro latido a latido, incluidos cinturones de pecho con memoria, monitores de frecuencia cardíaca. El software puede realizar análisis avanzados y totalmente automáticos de los latidos del corazón y obtener análisis de datos de acondicionamiento.



Fig.4.1.1c. Fristbeat Pro software result exempla

Software profesional

Hoy en día, gran parte del software profesional está presente en la web. Sin ninguna duda sobre la calidad o las capacidades de estas soluciones comerciales, damos algunos nombres que los demás podrían encontrar fácilmente en línea: Dartfish, Athlete Analyzer, Sportlyzer, Quiko, Bio-Graph, 2Peak, Edge10, red XPS, etc.

Sistemas caseros

El FSP 2000 italiano fue creado (en la Universidad Cassino), inspirándose en el software empleado en otras disciplinas, como los de la serie TOP del Prof. Pellis, el Pro Pulses Perf del Prof. Cometti, el Pro Judo 4 del Prof. Villani, etc.

El software puede planificar el entrenamiento a partir de la edad y las características técnicas atléticas de cada deportista, identificando los objetivos del programa a través del llamado método de "análisis de competición" y cuestionarios (estas funciones están incluidas en el software). Dicha formación puede organizarse siguiendo el modelo clásico de periodización (Matwejew, Tschiene) o los modelos de bloques (Verchoshanskij) o mixtos. Con FSP 2000, puedes decidir qué hacer durante tu sesión de entrenamiento: entrenamiento agonístico de Karate o enseñanza técnica (cinturón de bajo nivel y actividad joven). La realización de cada ejercicio se muestra mediante una sección descriptiva y otra multimedia (a través de vídeo e imágenes). También puedes elegir los parámetros del ejercicio: tiempo de ejecución, tiempo de recuperación, repeticiones, series, volumen, densidad, intensidad, porcentaje de carga. El software puede mostrar la tendencia de la carga del entrenamiento, tanto para una sola sesión como para una más larga, a través del gráfico de intensidad/volumen y el tiempo compartido para cada objetivo.



Fig 4.1.1.d. FSP 2000 homemade software for Martial arts Conditioning. (Cassino University)

4.1.2 Avances en condicionamiento lineal: Instrumentos biomecánicos especiales

Muchos análisis han demostrado que un equipo de prueba adecuado permite el entrenamiento de partes de técnicas muy similares a los movimientos reales con un oponente. La metodología de entrenamiento se basa en el acoplamiento de dispositivos de medición válidos y fiables que permiten realizar movimientos de lucha específicos para evaluar los factores de condición física. Por ejemplo, muchos datos de entrenamiento se construyen mediante instrumentos fisiológicos estándar como el analizador de oxígeno en tiempo real como "Cosmed k4" o análisis de sangre. Sin embargo, para una mejor comprensión del consumo de energía o la acción muscular en el lanzamiento, se construyeron y utilizaron muchos instrumentos biomecánicos específicos y únicos en el judo durante estos años en todo el mundo. A continuación, se muestran algunos ejemplos interesantes de algunos artículos publicados. A partir de los primeros trabajos, comprensibles en el extranjero, sobre técnicas de judo publicados en Japón, por Y. Matsumoto e Ikai (The Kinetics of Judo 1958) en los que no había ninguna referencia a una instrumentación inusual porque estaba hecha por fotografías. La primera aparición de un ergómetro especial, en el conocimiento del autor, fue en el artículo de Shukoh Haga (Universidad de Tsukuba) y Kyomi Ueya (Universidad de Yamanashi) -Técnicas de Nage Waza de judo un estudio biomecánico- En el que puede ser posible ver los siguientes ergómetros biomecánicos especiales,

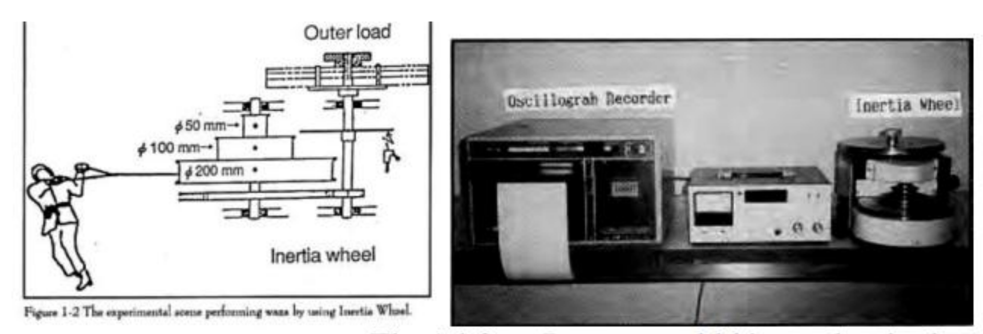


Fig.4.1.2.a Japanese old biomechanical ergometer

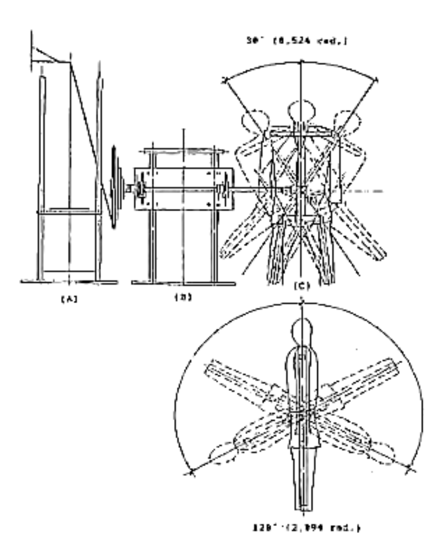


Fig.4.1.2.b. Portuguese Ergometers 1992

Los mismos autores publicaron un artículo similar sobre el judo femenino en el Kodokan Bulletin de 1984. El objetivo de estos trabajos era obtener datos sobre la fuerza, la velocidad y la potencia del movimiento. Muchos otros provienen de Europa o EE.UU. en las siguientes figuras podemos ver "ergómetros" especiales de Portugal, un trabajo de Joao Roquette (1992) para encontrar el costo relativo de energía entre Ko Uchi Gari y Osoto Gari, los resultados fueron que, con este ergómetro, no se podía evaluar ninguna diferencia.



Fig.4.1.2.c. German Ergometer

Otros ergómetros similares fueron utilizados en Alemania en el Centro Olímpico de Servicio y Entrenamiento en Hannover por Nowoisky (2005) para estudiar la interconexión de los parámetros de estabilidad y las fuerzas de tracción para los movimientos de desequilibrio en judo (ref Chap2, 3, 4)

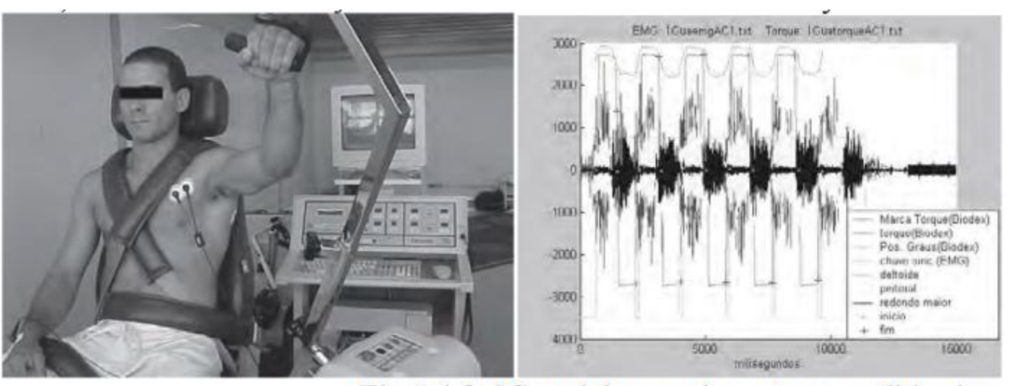


Fig.4.1.2.d Spanish experiment on conditioning

Otros campos y enfoques fueron utilizados en España por Silvia Ribeiro y colaboradores (2006) para la obtención de datos por EMG. Debido a que, en las competiciones de judo, el número de combates a los que se someten los atletas y sus respectivas resistencias e intervalos son aleatorios, estos factores pueden influir en el rendimiento del entrenamiento. Este estudio investigó la hipótesis de que diferentes resistencias de combate, 90s, 180s y 300s, podrían afectar la actividad eléctrica enzimática y muscular. Los resultados fueron positivos.

La investigación más moderna y avanzada en Biomecánica de las Técnicas de Judo está representada por los estudios realizados en la Universidad de Poitiers, en el Laboratorio de Mecánica de Sólidos por el "Equipe mecanique des gestes sportifs", principalmente por Prof. Trilles, Blais y Lacouture. (2006-2009). Este equipo está trabajando ahora en una metodología técnica biomecánica para la Federación Francesa. En las siguientes figuras se muestran algunos de los sistemas de medición utilizados (acelerómetros, galgas extensométricas, etc.) y ergómetros específicos construidos en esta Universidad. Y la fase de disposición para un experimento de judo, con los transductores de fuerza para obtener datos sobre las fuerzas de empuje/tracción por agarres.





Fig.4.1.2.e,f,g. France Supplementary advanced tools for judo researches



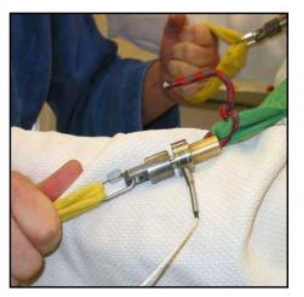


Fig.4.1.2.h, i,j,k,l, France application of tools to biomechanics judo study

El sistema primario avanzado utilizado en la Universidad de Poitiers es un sistema Biogesta-Saga 3D (una herramienta única de cuatro o más cámaras infrarrojas proporciona información completa sobre la cinética y la cinemática del movimiento deportivo de los atletas). Este sistema está relacionado con algunas herramientas de software avanzadas que pueden profundizar la comprensión de, en ese caso, el fenómeno del lanzamiento de judo. Las siguientes figuras muestran algunas situaciones de investigación para estudiar las fuerzas de empuje-tracción y la energía de cada cadena biocinética,

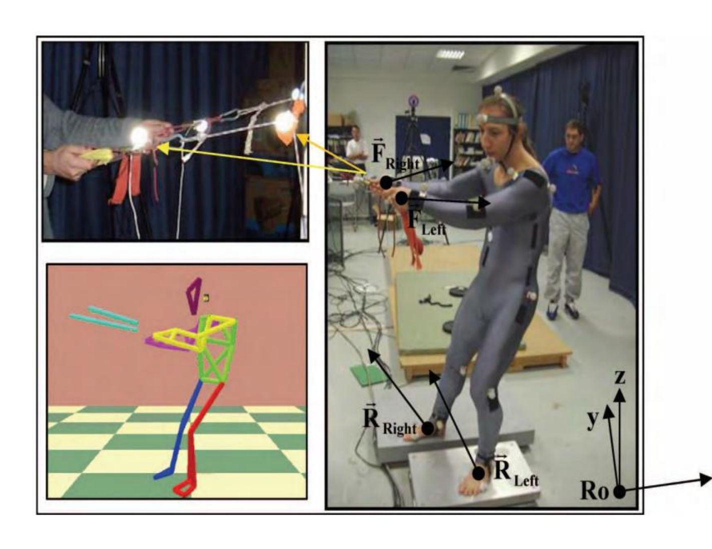
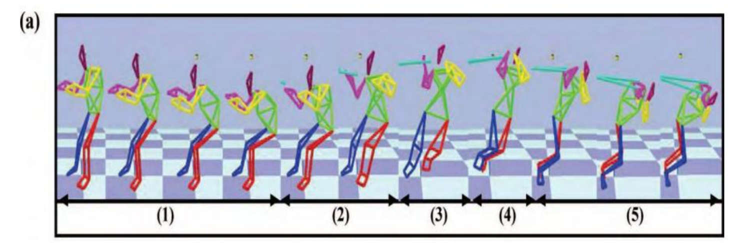


Fig.4.1.2.m,n,o, France very advanced experimental judo setup (Poitiers Univ.)



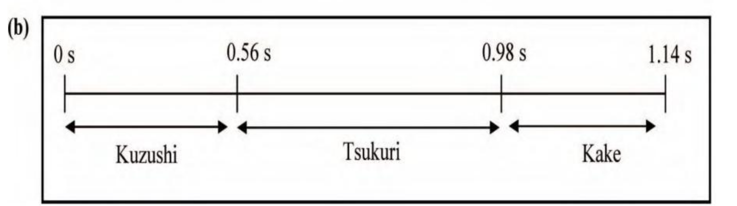


Fig.4.1.2.p,q, France (Poitiers University) Some biomechanical results on kuzushi tsukuri kake phases.

el atleta de entrada y algunas salidas electrónicas y datos dispuestos.

La siguiente figura muestra ergómetros especiales (ergómetros de Mayeur) utilizados por el equipo para estudiar las fuerzas utilizadas durante la práctica real y con ergómetros. El objetivo de esta investigación fue:

- Obtener la evolución de las fuerzas de tracción en el tiempo tanto en el lado derecho como en el izquierdo.
- Obtener índices de rendimiento específicos para la evaluación de los deportistas.
- Hacer frente a las fuerzas de acción en las dos situaciones realizadas, real y ergómetro

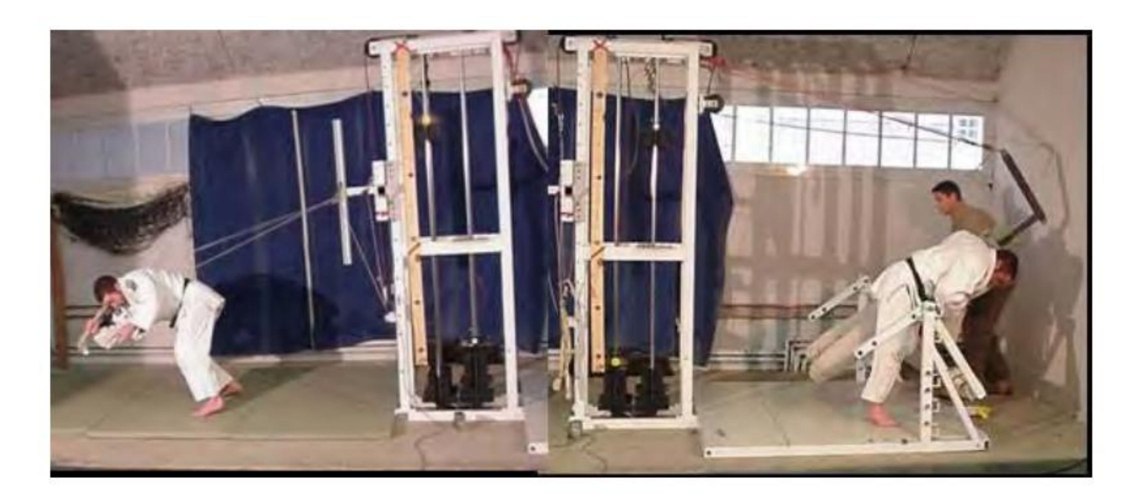


Fig.4.1.2.r, France Mayeur's ergometer at Poitiers University

4.2 Acondicionamiento: Aproximación no lineal (ondulante) de las nuevas tendencias

Los fractales, como se ha visto anteriormente, ocurren en la fisiología humana, como los latidos del corazón, las ondas cerebrales y el ciclo de la marcha, la variabilidad de la frecuencia respiratoria, la expresión de fuerza, las fluctuaciones de temperatura, etc. (ver Apéndice II). Kinesiólogos, fisiólogos, biomecánicos e incluso profesionales relacionados con el ejercicio físico han aumentado recientemente su interés por la dinámica no lineal y una teoría científica desarrollada principalmente en física, que se conoce como la Teoría de la Complejidad. De acuerdo con esta teoría, desde que se enfatizan las interacciones no lineales existentes en los sistemas biológicos, se observa que una vez que se compromete la funcionalidad de estos sistemas, no solo incrementan en paralelo (sobrecompensación) los componentes corporales con la práctica de ejercicios físicos, sino también aquellos que causan atrofia (descompensación). Por lo tanto, contrariamente al énfasis dado en el entrenamiento físico a la repetición monótona de la actividad física intensa y enfatizando los efectos específicos positivos que invariablemente promueven la simplificación del cuerpo, se recomienda una variación cualitativa y cuantitativa más considerable en la práctica del ejercicio. Esta nueva visión fue el origen de la teoría de la periodización autosimilar, generalmente conocida como ***periodización no lineal ondulante***. Este programa no lineal permite la variación mediante la rotación de diferentes protocolos a lo largo del curso del programa de acondicionamiento, y estos métodos no lineales intentan entrenar los diversos componentes del sistema neuromuscular en el mismo ciclo.

Los modelos tradicionales de periodización describen una progresión desde el trabajo de alto volumen y baja intensidad hacia la disminución del volumen y el aumento de la intensidad durante los diferentes ciclos. Si dibujamos este nuevo tipo de condicionamiento a lo largo de dos ejes Intensidad/volumen y tiempo, podemos ver fácilmente algunos diagramas ondulantes en los que los picos son períodos de levantamiento muy intenso, acercándose al 90 - 100 por ciento de un levantamiento máximo de una repetición (1RM). Los períodos de descanso mínimos permiten que los sistemas energéticos del cuerpo se realimenten y permitan que el sistema neuromuscular se adapte al factor estresante cambiante. Como es

bien sabido, el sobre entrenamiento se producirá sin periodos de descanso. También es fundamental configurar el volumen de ejercicio, por lo que, si analizamos el gráfico, muestra sorprendentemente la autosimilitud inversa. En otras palabras, el volumen y la intensidad siguen patrones opuestos en el que mientras la intensidad aumenta, el volumen disminuye. La reducción del volumen junto con los levantamientos de alta intensidad permite a una persona evitar aún más el sobre entrenamiento y las posibles lesiones. Este modelo no solo se ha comparado favorablemente con los modelos clásicos periodizados y no periodizados, sino que también ha demostrado tener claras ventajas en comparación con el entrenamiento de bajo volumen no periodizado.

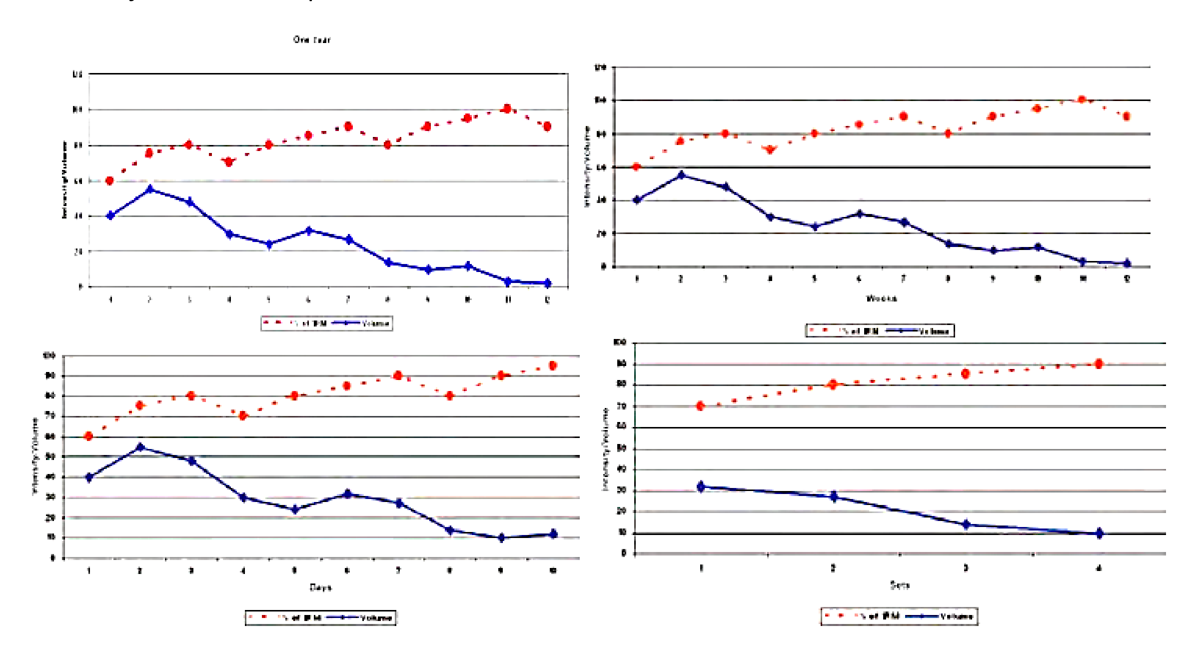


Fig4.2.a,b,c,d. Autosimilitud de periodización típica Macro 1 año, Meso 3 meses, Micro 10 días, Entrenamiento de un día. De Brown y Greenwood, Periodización: Esenciales e innovaciones en los protocolos de entrenamiento de resistencia, Asociación Nacional de Fuerza y Acondicionamiento, Volumen 27, Número 4, páginas 80-85

Un aspecto esencial de los organismos que justifica la posición anterior tiene que ver con su extraordinaria complejidad. En el análisis de la complejidad del cuerpo humano hay que considerar un gran número de estructuras y procesos que interactúan de forma no lineal a través de mecanismos de arbitraje, con la posibilidad del nacimiento de otras funciones y muchos comportamientos de respuesta inesperados. Como demostración de la visión del complejo de fractales correctos del condicionamiento, algunos nuevos estudios parecen estar de acuerdo con esta posición. En un fascinante trabajo, Yun et al. han sugerido que la disminución progresiva de la amplitud de variación de los estímulos ambientales a los que el cuerpo está sometido diariamente puede contribuir a disfunciones de la salud y, por el contrario, que la expansión de esta amplitud a través de posibles estrategias como el ejercicio físico, puede ser beneficiosa. Los autores destacan que tres sistemas como el endocrino, el autónomo y el esquelético-muscular, pueden sufrir efectos nocivos debido a esta pérdida de variación de los estímulos ambientales. En general, en lo que respecta a la actividad física, se ha descrito que la disminución de su variación con el estrés ambiental causado por las sociedades modernas debido al nuevo estilo de vida que ofrecen puede reducir la amplitud de la dinámica del sistema nervioso autónomo. Por lo tanto, se recomienda que la variación del ejercicio físico al activar el sistema nervioso autónomo podría contribuir positivamente al mantenimiento de la variación de la frecuencia cardíaca, obviamente una función crucial. Por lo tanto, para una extensión lógica, es recomendable que, a la luz de la visión compleja del cuerpo humano, en el condicionamiento específico para un deporte complejo como el judo, se aplique un nuevo enfoque, más profundo y tal vez correcto, en el corto plazo variación (nuevo) frente al sistema lineal (viejo).

El condicionamiento debe ser fractal porque se basa en una combinación de estructuras fractales como la respiración, la frecuencia cardíaca, la locomoción, el volumen, la intensidad, recordando que la periodización también es una serie de tiempo fractal. El acondicionamiento futuro debe ser variado, tanto cualitativa como cuantitativamente. Este tipo de variación de experiencias motoras ya se enfatiza en el ámbito deportivo, pero los datos experimentales para los deportes cíclicos son muy pocos. Por situación, el deporte, al igual que el judo, aún no tiene ambos: conocimientos teóricos o empíricos. Sin embargo, es correcto creer que la comprensión de la complejidad del cuerpo humano puede ayudar a introducir este nuevo método de condicionamiento basado en la alta variación en las experiencias motoras.

A la luz de los nuevos conocimientos, debemos considerar que las señales de respuesta (las mismas en realidad) o los datos del cuerpo de los atletas analizados con metodologías nuevas y más avanzadas podrían darnos más información que las evaluaciones clásicas actuales.

Al final, llegando a los hechos, esta nueva visión nos da dos puntos sobre las necesidades reales en la teoría del condicionamiento:

1. Leer las señales del cuerpo de los atletas con métodos matemáticos más avanzados para obtener información hoy oculta*.

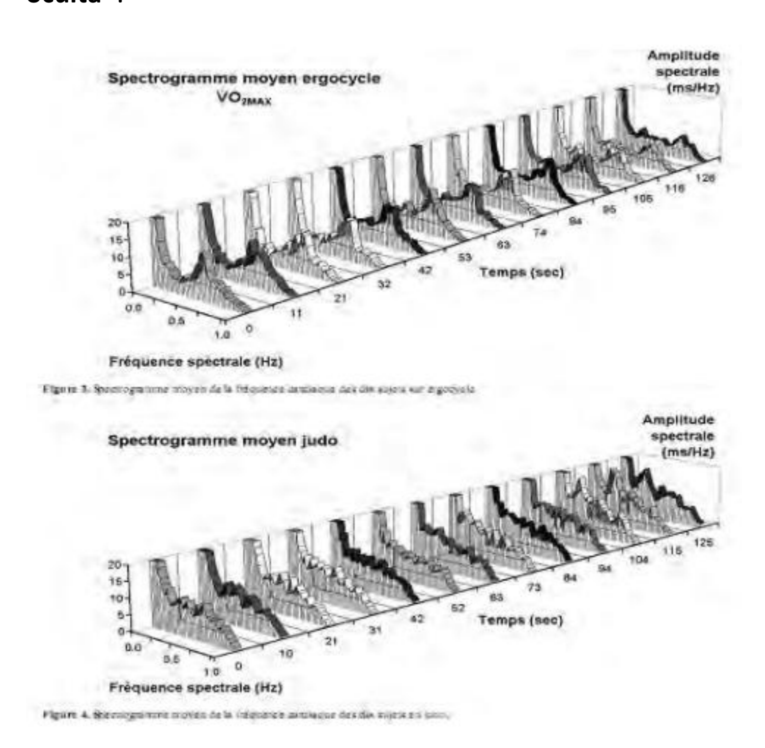


Fig.4.2.e.f, Comparative analysis of "equal" heart rate spectrograms

*Como ejemplo de esta primera afirmación, el artículo francés "Étude comparative de l'analyse spectrale de la fréquence cardiaque au cour de l'exercice sur ergocycle et de l'entraînement en judo" de Cottin y colaboradores muestra muy claramente que mediante el análisis en frecuencia de la FC es posible demostrar si los sujetos están sometidos a un esfuerzo de resistencia (ergociclo) o a un esfuerzo caótico (judo). Por ejemplo, que el valor exacto de la frecuencia cardíaca como R.R. (329 ± 12vs. 326 ± 14) representa un tipo de esfuerzo muy diferente, con varias respuestas organizadas del cuerpo humano.

Fig.4.2.e.f, Análisis comparativo de espectrogramas de frecuencia cardíaca "iguales"

2. Necesitamos aplicar variaciones a corto plazo, tanto cualitativa como cuantitativamente, en la metodología de condicionamiento.

La solución para esta segunda necesidad se encontrará en la complejidad del propio Judo. Pensemos en el condicionamiento con una mente abierta. Podemos aplicar, por ejemplo, los movimientos específicos del judo como ejercicios de levantamiento si van a ser menos comparables y estandarizados como los ejercicios de halterofilia. Sin embargo, si la regla que debe seguirse cambia en función de una variabilidad compleja, este paradigma podría satisfacerse con las técnicas o movimientos del judo. Esto nos demuestra que el judo es en sí mismo un ejercicio adecuado para los complejos sistemas del cuerpo humano.

Recientemente, se ha desarrollado el concepto de entrenamiento periodizado no lineal (u ondulante) para mantener la variación en el estímulo del entrenamiento. La actividad no lineal hace posible la implementación del programa cuando los requisitos competitivos son más intensos. El programa no lineal permite variar la intensidad y el volumen dentro de cada sesión de entrenamiento. Este enfoque único, diferente para la variación cada semana, es útil para deportes de situación como el judo. Un interesante trabajo comparativo completo sobre el tema, aplicado explícitamente al judo, fue realizado por Franchini y sus colaboradores: judo-Influencia de la periodización de la fuerza lineal y ondulante en la aptitud física, las respuestas fisiológicas y de rendimiento a los combates de judo simulados. Este estudio demostró que ocho semanas de entrenamiento de fuerza lineal y ondulante son suficientes para aumentar el rendimiento de los atletas de judo en una prueba específica de judo, tanto isométrica como dinámica de fuerza máxima y fuerza-resistencia, pero no para cambiar, obviamente, la calidad de las acciones técnicas durante las simulaciones de partidos de judo. Sin embargo, este estudio para los autores podría considerarse una adaptación esencial para los atletas de judo. Se aumentó el número de lanzamientos en dos series de la SJFT (Special Judo Fitness Test). Ambos grupos tuvieron una duración de 30 segundos, que es el tiempo típico de una secuencia de combate en judo, es decir, el tiempo entre la orden de iniciar el combate de judo y el momento de detenerlo. Esto sugiere que los protocolos de entrenamiento de fuerza podrían cambiar el rendimiento en una acción específica del judo cuando se realizan en una condición controlada. La siguiente tabla muestra el protocolo aplicado en esta investigación como carga durante el entrenamiento lineal y no lineal (ondulante).

	Lineal							
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Lunes	3 – 5 RM	3 – 5 RM	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	15 – 20 RM	15 – 20 RM	15 – 20 RM
Martes								
Miércoles	3 – 5 RM	3 – 5 RM	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	15 – 20 RM	15 – 20 RM	15 – 20 RM
Jueves								
Viernes	3 – 5 RM	3 – 5 RM	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	15 – 20 RM	15 – 20 RM	15 – 20 RM
	Ondulante							
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8
Lunes	3 – 5 RM	Ejercicios de potencia	3 – 5 RM	15 – 20 RM	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	15 – 20 RM	15 – 20 RM
Martes								
Miércoles	Ejercicios de potencia	15 – 20 RM	Ejercicios de potencia	3 – 5 RM	15 – 20 RM	15 – 20 RM	Ejercicios de potencia	3 – 5 RM
Jueves								
Viernes	15 – 20 RM	3 – 5 RM	15 – 20 RM	Ejercicios de potencia	Ejercicios de potencia	3 – 5 RM	15 – 20 RM	Ejercicios de potencia

Conclusión

A pesar de todo, la periodización ha contribuido sustancialmente a la práctica del entrenamiento. Considerando las complejidades del Judo y la biología humana, existe un razonamiento claro que sugiere una necesidad urgente de realinear las llamadas prácticas lineales con las prácticas de élite contemporáneas y los modelos científicos modernos. Se debe hacer hincapié en implementar la práctica lineal con una práctica no lineal basada en un sistema de capacitación receptivo y sensible para obtener soluciones de planificación de capacitación específicas y personalizadas.

4.3 Entrenamiento técnico

El problema de enseñar las técnicas en judo fue abordado por Kano de una manera muy sólida y científica, como se mostrará en los párrafos siguientes. Biomecánicamente hablando, las técnicas de Judo deben definirse como un *sistema de acciones motoras específicas conectadas capaces de vencer al adversario tanto de pie como en la colchoneta*. Desde el punto de vista biomecánico, esta es la definición de la "***Técnica Deportiva Racional***"*, el modelo ideal al que todo entrenador o maestro se refiere y trata de enseñar*. El modelo ideal no existe. La aplicación personal, en función de las

características antropométricas, se denomina "***Técnica Deportiva Efectiva***": el sistema personal correcto adaptado de acciones motrices específicas conectadas capaz de vencer al adversario tanto de pie como en la colchoneta.

En términos generales, el proceso de enseñanza técnica es un problema complejo, en él es posible encontrar dos áreas principales:

1. El Área Cognitiva Intelectiva se refiere a la clasificación lógica de las técnicas para comprender los principios básicos a lanzar.

2. El Área Cognitivo-Motora se refiere tanto al aprendizaje motor como a la disposición técnica de estos movimientos específicos para enseñarlos. Con la expansión mundial del judo, esta área se puede subdividir en tres subáreas muy especializadas y diferentes.

 2.1 Enseñar a los niños
 2.2 Enseñar a un adulto
 2.3 Enseñar a deportistas de élite

Las metodologías y los enfoques de los niños para los atletas adultos competentes se analizarán en los dos párrafos siguientes. Para los deportistas de élite se analizará el impacto menos conocido y quizás subestimado de la biomecánica en esta área técnica. En cuanto a los atletas de élite, la enseñanza técnica moderna debe tener en cuenta el carácter específico de la lucha.

Un avance significativo en la metodología de enseñanza del judo de alto nivel ha sido el catalizador para estructurar el proceso de enseñanza y entrenamiento para adaptarlo a la situación, basado en la lucha y, por lo tanto, enfatizar el papel de las tácticas estratégicas ya en las etapas iniciales de la competición. La prioridad para estos atletas de élite es comprender la lucha, desarrollar un sentido de lucha y aprender aplicaciones prácticas, por ejemplo, cómo atacar de manera efectiva en una determinada "posición de guardia" con el ritmo correcto, no solo cómo realizar una técnica "hermosa" estéticamente hablando.

Los atletas deben aprender a resolver diferentes problemas tácticos. Los entrenadores que trabajan de acuerdo con esta metodología primero intentan desarrollar habilidades cognitivas, y luego, si es necesario, utilizan la técnica, los ejercicios abiertos. Por lo tanto, el tema/problema táctico de la lección podría ser "Prepararse para atacar creando el espacio adecuado en el agarre del oponente". El entrenamiento moderno de judo debe considerar la importancia de la lucha como un todo, un enfoque global del entrenamiento y el principio de integración frente a diferenciación. Estos términos se refieren a una visión global del entrenamiento de Judo en la que todos los componentes están integrados y se ponen en práctica utilizando un enfoque de entrenamiento "complejo". El concepto de entrenamiento integrado para el judo establece que la distinción tradicional entre técnica, táctica, acondicionamiento y mentalidad es más artificial que real. Se aplica siguiendo el principio de que los deportistas también están trabajando la táctica, el condicionamiento, la mentalidad, y viceversa ya que hay una interrelación e interdependencia entre todos ellos a la hora de trabajar los aspectos técnicos. Esta es la razón por la que una lección moderna de judo de alto nivel debe tener un carácter versátil en todos los aspectos de la competición.

4.3.1. Métodos técnicos de enseñanza, análisis histórico (Go Kyo y otros)

4.3.1.1 Clasificación cognitiva

La clasificación de las técnicas estándar de lanzamiento de Judo (Nage Waza) como Técnicas Deportivas Racionales nace del requisito/condición didáctico de agrupar las técnicas tradicionales bajo criterios lógicos para una mejor comprensión y un adecuado estudio sistemático. Los dos problemas de la clasificación y la disposición de la enseñanza fueron abordados y resueltos por el Dr. Kano (fundador del judo) y sus ayudantes de una manera científica, de acuerdo con su época.

La primera clasificación de Técnicas Deportivas Racionales del KODOKAN, Nage Waza (1882), era muy diferente a la conocida mundialmente, donde las técnicas se dividían en otros tres grupos: a) Taosu Koto (técnicas de vuelco), b) Otosu Koto (técnicas de nocaut); y c) Uchi Tsukeru (Técnicas de lanzamiento).

Después de algún tiempo (1885), Kano llevó a cabo una nueva clasificación extraordinaria basada en un método protobiomecánico simple. Las técnicas estándar se clasificaron por partes del cuerpo de Tori (el atacante), que funcionan como un mayor punto de contacto para la transferencia de energía en el lanzamiento. A partir de ahí, tenemos la "Clasificación Kodokan": a) Te waza = técnicas de hombros, brazos y manos; b) Koshi waza = técnicas de cadera; c) Ashi waza = técnicas de piernas; d) Sutemi waza = técnicas de abandono del cuerpo o técnicas de sacrificio. Esta admirable clasificación es simple, inteligible y casi perfecta, la cual fuer reordenada tres veces 1885-1922-1982. Esa es la razón de su éxito prolongado, incluso si tiene algunos matices en sí mismo. De hecho, es inusual ver las manos, caderas o piernas de Tori trabajando solo en el lanzamiento.

La clasificación del Kodokan utiliza una forma diferente de clasificar las técnicas de abandono del cuerpo, clasificadas por el lado del cuerpo que toca la colchoneta: Ma sutemi waza y Yoko sutemi waza, técnicas de abandono del cuerpo en su propia espalda y de lado. (Pestaña 4.3.1.1.a.b.c)

En su libro de oro "Mi estudio del judo", G. Koizumi clasificó las técnicas estándar de judo según el movimiento corporal de Uke (el defensor). Este estudio, realizado como un análisis sistemático de Nage Waza, permite agrupar las técnicas estándar en tres conjuntos de acuerdo con los principios técnicos.

La "Clasificación de Koizumi":

a) Kuruma waza = técnicas de rueda. Los lanzamientos que se ven afectados para que el cuerpo de Uke se enrosque y gire como una rueda se ven afectado;

b) Tenbin waza = Técnicas de escala. Los lanzamientos se ven afectados por tropezar o apoyar el cuerpo de Uke como una balanza mientras se sostiene como un poste.

c) Tsumazukase waza = Técnicas de tropiezo. Lanzamientos afectados por una zancadilla con el pie o la pierna de Uke, impidiéndole moverse para recuperar o mantener la estabilidad. (Pestaña 4.3.1.1.d)

Kawaishi, en su clasificación, sigue la clasificación del Kodokan con la inserción de otro grupo, el Kata waza, con otros contenidos técnicos. Esta clasificación también fue una evaluación del aprendizaje motor. Prácticamente Kawaishi, en su clasificación después de la introducción del kata waza, organizó las técnicas en una especie de evolución estructurada y basada en el movimiento. (Pestaña 4.3.1.1.e).

Otra clasificación cognitiva japonesa se aplicó en el judo escolar tanto en Japón como en los Estados Unidos, centrándose en el kuzushi similar, el movimiento de las piernas y la aplicación de la fuerza: - Ateru Waza (técnicas de colocación), - Karu Waza (técnicas de cosecha) y - Harau Waza (técnicas de barrido) (Pestaña 4.3.1.1.f)

Tachi Waza	Te Waza	Uki waza Seoi nage Kata guruma Tai otoshi Obi otoshi Seoi otoshi Uki otoshi
	Koshi Waza	Uki goshi Harai goshi Tsuri lomi goshi O goshi Koshi guruma Ushiro goshi Hane goshi Tsuri goshi Utsuri goshi
	Ashi Waza	Okuri ashi harai Sasae tesurikomi ashi Uchi mata Hiza guruma O soto gari De ashi barai Ko uchi gari Harai tsurikomi ashi O uchi gari Yama Arashi O soto guruma O soto otoshi
Sutemi Waza	Ma sutemi waza	Tomoe nage Ura nage Sumi kaeshi Tsuri otoshi Tawara gaeshi
	Yoko sutemi waza	Yoko gake Yoko guruma Yoko otoshi Daki wakare Yoko wakare Soto makikomi Uchi makikomi Tani otoshi

Tab 4.3.1.1.a Kodokan 1888

Tachi Waza	Te Waza	Seoi nage Tai otoshi Kata guruma Uki otoshi Sumi otoshi Sukui nage
	Koshi Waza	Uki goshi O goshi Koshi guruma Tsuri Komi goshi Harai goshi Tsuri goshi Hane goshi Ushiro goshi Utsuri goshi
	Ashi Waza	De ashi barai Hiza guruma Sasae tsuri komi ashi O soto gari O uchi gari Ko soto gari Ko uchi gari Okuri ashi barai Uchi mata Ko soto gake Ashi guruma Harai tsuri komi ashi O guruma
Sutemi Waza	Ma sutemi waza	Tomoe nage Ura nage Sumi gaeshi Tawara gaeshi Hikki Komi gaeshi
	Yoko sutemi waza	Uki waza Yoko gake Yoko guruma Tani otoshi Yoko wakare Soto makikomi

Tab.4.3.1.1.b, Kodokan 1922

Tachi Waza	Te Waza	Seoi nage Tai otoshi Kata guruma Sukui nage Uki otoshi Sumi otoshi Obi otoshi Seoi otoshi Yama Arashi
	Ashi Waza	De ashi barai Hiza guruma Sasae tsuri komi ashi O soto gari O uchi gari Ko soto gari Ko uchi gari Okuri ashi barai Uchi mata Ko soto gake Ashi guruma Harai tsuri komi ashi O guruma O soto guruma O soto otoshi
	Koshi Waza	Uki goshi O goshi Koshi guruma Tsuri Komi goshi Harai goshi Tsuri goshi Hane goshi Utsuri goshi Ushiro goshi
Sutemi Waza	Ma sutemi waza	Tomoe nage Ura nage Sumi gaeshi Hiki komi gaeshi Tawara gaeshi
	Yoko Sutemi waza	Yoko otoshi Tani otoshi Hane makikomi Soto makikomi Uki waza Yoko wakare Yoko gake Daki wakare Uchi makikomi

Tab.4.3.1.1.c, Kodokan 1985

Kuruma Waza	Uki otoshi Tomoe nage Dai Sharin Sumi gaishi Seoi nage Ura nage Kata guruma Uki waza Tai otoshi Yoko wakare Yoko otoshi Maki komi Sumi otoshi Ura otoshi
Tenbin Waza	Uki goshi Tsuri komi goshi O goshi O guruma Harai goshi Ushiro goshi Yama Arashi Utsuri goshi Hane goshi Sukui nage Koshi guruma Obi otoshi
Tsumazukase Waza	Deashi Harai Osoto gari Tsuri komi ashi Osoto otoshi Hiza guruma Osoto guruma Ko uchi gari Osoto gake Kosoto gari Ashi guruma Ouchi gari Okuri ashi Harai Uchi mata

Tab.4.3.1.1.d Koizumi Classification (1960)

Ashi Waza	***Koshi Waza***	***Kata Waza***	***Te Waza***	***Sutemi Waza***
O soto gari De ashi barai Hiza guruma Ko soto gake Ouchi gari Ko uchi gari Okuri ashi barai Osoto guruma Osoto otoshi Ko soto gari Sasae tsuri komi ashi Harai tsuri komi ashi Soto gake Kouchi makikomi Ashi guruma	Uki goshi Kubi nage Tsuri goshi Koshi guruma Harai goshi Hane goshi Ushiro goshi Tsuri komi goshi Utsuri goshi Uchi mata O goshi Ko tsuri goshi Guruma Yama Arashi Obi goshi	Kata seoi Seoi nage Kata guruma Seoi otoshi Hidari kata seoi Seoi nage	Taiotoshi Uki goshi Kuki nage Hiza otoshi Sukui nage Mochiage otoshi Sumi otoshi Obi otoshi Kata ashi dori Rio ashi Dori	Tomoe nage Yoko Tomoe Maki Tomoe Makkomi Yoko gake Tani otoshi Sumi gaeshi Uki waza Kani basami Yoko otoshi Hane makikomi Ura nage Yoko guruma Yoko wakare Tawara gaeshi

Tab.4.3.1.1.e, Kawaishi classification(1964)

99

Ateru Waza	Hiza guruma O goshi Seoi nage Tsuri goshi	Sasae tsuri komi ashi Tsuri komi goshi Tai otoshi Tomoe nage
Karu Waza	O soto gari Ko uchi gari Ko soto gake	O uchi gari Ko soto gari
Harau Waza	De ashi barai Uki goshi Hane goshi	Okuri ashi barai Harai goshi Uchi mata

Tab.4.3.1.1.f, Fujiwara Classification (1970)

A. Geesink y G. R. Gleeson han sintetizado otros tipos de clasificación. El excampeón holandés, en su trabajo, hace hincapié en el papel dinámico que juegan las cadenas biodinámicas, introduciendo el concepto de brazo de acción y pierna de acción. Geesink clasifica el nage waza por una continua evolución de las dificultades técnicas. (Tab. 4.3.1.1.g) Mientras que este último, entrenador senior inglés, de hecho el estudiante occidental más sutil de los judo, en su libro histórico "Judo para Occidente", hace una clasificación muy creativa basada en sus enormes conocimientos teóricos y empíricos. Esta clasificación recoge las técnicas de lanzamiento en dos grupos: Primera Clase de "girar" el cuerpo de Uke alrededor de un obstáculo (cadera, pierna, etc.) – Segunda Clase de "golpear" las piernas de Uke.

Tachi waza group	***action arm***	Uki goshi Koshi guruma Ushiro goshi O goshi I Seoi nage Utsuri goshi O goshi II Sukui nage Kata guruma O goshi III Te uchi mata
	action leg	Tsuri komi goshi Hane goshi Tai otoshi Ashi guruma Harai goshi Tomoe nage Uchi mata Sumi gaeshi
Barai Group	De ashi barai Okuri ashi barai Ko uchi barai Harai tsuri komi ashi O uchi barai	
Gari group	O soto gari O uchi gari Ko soto gari O uchi mata Ko uchi gari	

Tab.4.3.1.1.g, Geesink Classification (1967)

En su libro "Todo sobre el judo", Gleeson revisó su clasificación, presentando un esfuerzo nuevo y más interesante basado en el cambio de velocidad de un par de sistemas de atletas. En este sistema, la colocación de una técnica no es estable sino que depende de la velocidad de cambio. Esta notación asegura que Gleeson estaba más interesado en comprender el papel de los lanzamientos en algunos atletas (ver Invariantes de competición) que clasificar simplemente las técnicas. (tab.4.3.1.1.h)

Lifting techniques	***Subgroup 1 arms***	O goshi O Tsuri goshi Utsuri goshi Seoi nage Ko tsuri goshi Ushiro goshi Morote seoi nage Tsuri goshi *Tai otoshi
	Subgroup 2 leg	Hane makikomi *Uchi mata Soto makikomi * Hane goshi
Rotating techniques	***Pure rotation***	Hiza guruma Tomoe nage Sasae tsurikomi ashi Sumi gaeshi Uki goshi Yoko wakare Koshi guruma Yoko guruma Tsuri komi goshi * Tai otoshi Sasae tsuri komi goshi *Uchi mata Uki goshi Koshi guruma
	Transport	De ashi Harai Uki otoshi Osoto gari Uki waza O uchi gari Sumi otoshi Ko soto gari Yoko gake Ko uchi gari Okuri ashi harai Ura nage Harai goshi *Hane goshi Ko soto gake *Tai otoshi Yoko otoshi *Uchi mata Kata guruma
Trick techniques	Sukui nage Morote gari	Kuchiki daoshi *De ashi barai Yoko gake Kibisu gaeshi Kani basami *Uchi mata

Tab.4.3.1.1.h, Gleeson Classification (1984)

Mucho menos conocida pero fascinante e intrigante es la clasificación de lucha propuesta en 1995 por el Dr. Sachio Ashida 8 Dan KDK, fundado en la forma eficaz de utilizar mejor el vector de fuerza en la competición. Ashida propuso clasificar todas las técnicas de Tachi waza en dos grupos dinámicos: A) Levantamiento y Empuje: para estas técnicas, las fuerzas de Tori deben exceder significativamente la fuerza de defensa del competidor, que consiste en su peso y la combinación de sus fuerzas de desplazamiento y reacción. B) Elevación y viento para este grupo de técnicas, Ashida sugiere que es posible aplicar el principio básico del lanzamiento de martillo estrictamente relacionado con la fuerza centrípeta y la conservación del momento angular.

Lift and Trust	*Lift and Wind*
O uchi gari	Seoi nage
Ko soto gari	Tsuri komi goshi
O soto gari	Uchi mata
Tai otoshi …..	Harai goshi…….

Tab.4.3.1.1.i, Sachio Ashida Biomechanical forces Classification (1995)

Basándose en los principios dinámicos del lanzamiento, el Sr. Tavolucci propuso y desarrolló en Italia una clasificación desconocida. Esta clasificación agrupa todas las técnicas basadas en los principios dinámicos japoneses de lanzamiento, que son los principios de movimiento aplicados o realizados por Tori o experimentados por Uke, luego son Nage, Otoshi, Tsurikomi, Gari, Harai, Gake, Guruma, Makikomi, Sutemi.

Nage	***Otoshi***	***Tsuri komi***	***Gari***	***Harai***	***Gake***	***Guruma***	***Makikomi***	***Sutemi***
Eri seoi nage Ippon seoi nage Morote seoi nage Tomoe nage Yoko Tomoe nage Ura nage	Tai otoshi O soto otoshi Tani otoshi Seoi otoshi Suwari seoi Waki otoshi Uki otoshi Sumi otoshi	Sasae tsuri komi ashi Uki goshi O goshi Tsuri komi goshi Sode Tsuri komi goshi Uchi mata Ushiro goshi	O soto gari Ko soto gari Ko uchi gari O uchi gari Kuchiki daoshi Morote gari	De ashi barai Ko uchi barai O uchi barai Harai goshi Okuri ashi barai	Ko uchi gake O uchi gake Ko soto gake O soto gake Yoko gake	Hiza guruma Koshi guruma Te guruma Yoko guruma Ashi guruma Tama guruma Kata guruma	Soto makikomi Uchi makikomi Ko uchi makikomi Harai makikomi Uchi mata makikomi	Sumi gaeshi Hikkomi gaeshi

Tab.4.3.1.1.j Tavolucci (?) Japanese dynamics Classification (1993)

En sus libros de Agarres, Adams propone una clasificación de lanzamientos específica relacionada con la situación de lucha, ya que Vial, Roche y Fradet propusieron, pero de forma didáctica, el enfoque de la competición de judo. Obviamente, como luchador, en su enfoque pragmático, Adams utilizó las técnicas más importantes (para él) y las aplicó a los lanzamientos en competición, pero no es su intención clasificar todas las técnicas para la organización racional del asunto.

Lanzamientos hacia adelante bajo los agarres del uke	Tai otoshi, Seoi nage, Tomoe nage
Lanzamientos hacia adelante con el control de la cabeza del uke	Uchi mata, Hane goshi
Lanzamientos hacia atrás con el control de la cabeza del uke	O soto gari, Ko uchi gari
Lanzamientos hacia atrás dentro de los brazos de uke	O uchi gari, Ko uchi gari
Lanzamientos laterales dentro del círculo de piernas del uke	Yoko Tomoe nage, Sasae tsurikomi ashi
Lanzamientos al costado de las empuñaduras del uke	O soto gari, Ko soto gari

Tabla 4.3.1.1.k, Clasificación de Neil Adams (1992)

Judo Canadá, en 1990 publicó tres libros profundos y apasionantes: “El programa nacional de certificación de entrenadores”, el primero, segundo y tercer nivel. Estos tres libros representan un excelente conocimiento creciente del judo, desde los conocimientos básicos del judo hasta los más avanzados, como la fisiología del deporte, el entrenamiento mental y la periodización.

La habilidad técnica se estudia cada vez más en profundidad en cada libro hasta la aplicación a nivel internacional. En el capítulo IV se presenta una interesante clasificación en el segundo nivel, que clasifica las técnicas de judo según principios y conceptos biomecánicos comunes. La clasificación es similar al trabajo de Tavolucci, pero no es excluyente y las mismas técnicas están presentes en varios grupos según su realización.

Barrer	Flotar	Punto de apoyo	Bloquear	Cosechar	Girar	Enganchar	Sacrificar

Sweeping	***Floating***	***Fulcrum***	***Blocking***	***Reaping***	***Wheeling***	***Hooking***	***Sacrificing***
De ashi barai O uchi barai Ko uchi barai Harai tsurikomi ashi Okuri ashi barai Harai goshi Tsubame gaeshi	Uki goshi Tai otoshi Uki otoshi Sumi otoshi	Harai goshi Uki goshi Tai otoshi O goshi Koshi guruma Seoi nage Tsurikomi goshi Utsuri goshi Ushiro goshi Tsuri goshi Ashi guruma O guruma Uchi mata Sukui nage Ura nage Hane goshi	Tai otoshi Hiza guruma Sasae tsurikomi ashi O soto otoshi O soto guruma Ashi guruma O guruma	Harai goshi Ashi guruma O soto gari O uchi gari Ko uchi gari Uchi mata	Tsurikomi goshi O guruma Kata guruma Te guruma Sukui nage Tomoe nage Yoko tomoe Sumi gaeshi Obi tori gaeshi Yoko guruma	Tsubame gaeshi O soto otoshi Ko soto gake O uchi gake Ko uchi gake	Tomoe nage Yoko tomoe Sumi gaeshi Obitori gaeshi Uki waza Yoko otoshi Tani otoshi Ura nage Soto makikomi Hane makikomi Koshi makikomi Yoko gake Yoko wakare

Tab.4.3.1.1.l, Judo Canada Classification 1990

Otro esfuerzo, no muy conocido pero muy interesante y original, fue producido por Andrés Kolychkine Thomson, profesor de judo en el Instituto Superior de Medicina de Cuba. El Sr. Kolychkine hizo un esfuerzo considerable de revisión del judo en términos de una nueva didáctica, una posición única no está muy clara, como: "Comenzando con los elementos básicos, es importante señalar que este nuevo enfoque didáctico destaca la personalidad de los elementos básicos como los apoyos no solo de los lanzamientos, sino también como componentes del sistema táctico completo con elementos básicos y lanzamientos. Estos elementos básicos son: Ukemi, shizen tai, agarres, desequilibrio, desplazamientos. Sin embargo, al definir la cuestión, debemos considerar la oportunidad relacionada con los conceptos espacio-temporales, las fuerzas de reacción, etc. ¿A veces estos aspectos son considerados como elementos técnicos básicos que ayudan a la ejecución del judo, pero no pertenecen al judo, pertenecen a la física”... (? "Comentario del autor". La física trata de entender y racionalizar los fenómenos naturales como los lanzamientos de judo, para ayudar a una mejor ejecución)

Sin embargo, la obra de Kolychkine es fascinante en sus aspectos didácticos y clasificatorios. Su clasificación es como la clasificación del Kodokan (piernas, caderas, brazos y técnicas de sacrificio) con la introducción de un concepto fascinante, la teoría de los movimientos primitivos y análogos. A la luz de esta teoría, algunos movimientos pueden ser considerados, desde el punto de vista de la Biomecánica, como el ejemplo del movimiento básico de un grupo de técnicas. Por el contrario, los otros lanzamientos del otro se pueden obtener fácilmente por analogía con los básicos anteriores.

Ashi waza	***Primitive***	***Okuri ashi barai***	***Sasae tsurikomi ashi***	***O soto gari***	***O uchi gari***
	Analogous	*De ashi barai*	*Hiza guruma* *Ashi guruma* *Harai tsurikomi ashi*	*O soto otoshi* *O soto guruma* *Ko soto gari* *O soto gake*	*Ko uchi gari*
Koshi waza	***Primitive***	***Uki goshi***	***Kubi nage***	***Tsuri komi goshi***	***Ushiro goshi***
	Analogous	*O goshi* *O tsuri goshi* *Ko tsuri goshi*	*Koshi guruma*	*Sode tsurikomi goshi* *Harai goshi* *Hane goshi*	*Utsuri goshi*
Specially mixed movements		*Uchi mata*	*O guruma*	*Yama arashi*	
Kata waza	***Primitive***	***Ippon seoi nage***	***Morote seoi nage***	***Kata guruma***	
	Analogous	*Seoi otoshi*	*Eri seoi nage*	*Tamara guruma*	
Te waza	***Primitive***	***Tai otoshi***	***Uki otoshi***	***Sukui nage***	
	Analogous		*Hizi otoshi* *Sumi otoshi*	*Te guruma* *Ryo ashi dori*	
Ma sutemi	***Primitive***	***Tomoe nage***			
	Analogous	*Sumi gaeshi* *Ura nage* *Tawara gaeshi* *Kani basami*			
Makikomi					
Yoko sutemi	***Primitive***	***Uki waza***			
	Analogous	*Yoko otoshi* *Yoko guruma* *Yoko wakare* *Yoko gake* *Tani otoshi*			

Tab.4.3.1.1.m, Kolychkine Classification (1989)

Esta tentativa es un esfuerzo real por señalar la semejanza del movimiento o las invariantes de acción dentro de los lanzamientos, durante el tiempo muchos maestros en el mundo han llegado al mismo punto de vista sobre uno o más grupos de técnicas como los hermanos Snider de Holanda o Beaujean de Francia, pero solo Kolychkine impulsó su estudio para completar un nuevo enfoque didáctico definido. Además, la Federación Francesa hizo una clasificación de las técnicas de nage waza (limitada al cinturón verde) basada en los principios biomecánicos fundamentales señalados por el autor (para una mejor comprensión de la siguiente clasificación, debe referirse a la tabla de clasificación de las acciones técnicas en función de su complejidad que se muestra en el siguiente párrafo)

Con más sabor a competición, estoy considerando a un par de atletas, por la extrapolación de los aspectos estructurales de los lanzamientos, en relación con la estabilidad relativa de Tori, la dirección de caída de Uke y la posición relativa entre Tori y Uke.

Por último, pero no menos importante, consideramos la antigua Clasificación Rusa. En este país, el enfoque era muy pragmático. La primera clasificación hecha por Andreev y Tumanian no conserva los nombres japoneses, pero al igual que la Lucha o el Sambo, agrupa todos los lanzamientos por una acción realizada, introduciendo también en la explicación de cada técnica las llamadas tareas tácticas: variación de agarres, combinaciones, paradas, contraataques, errores típicos.

Lanzamientos frontales hacia atrás del uke con una pierna	O Soto Gari, Ko Sat Gari, Ko Uchi Gari, O Uchi Gari
Lanzamientos hacia delante de Uke por la espalda de tori con las dos piernas separadas	Uki Goshi, Tai Otoshi
Lanzamientos hacia delante de Uke por la espalda de tori con las dos piernas unidas	O Goshi, Seoi Nage, Koshi Guruma, Eri Seoi Nage, Marte Seoi Nage
Lanzamientos hacia delante de Uke por la espalda de tori con una pierna	Harai Goshi, Uchi Mata, Ashi Guruma
Lanzamientos frontales hacia adelante del uke con una pierna	Hiza guruma, Sasae tsuri komi ashi
Barridos	De ashi barai, Okuri Ashi Barai
Sutemi	Tomoe nage, Yoko guruma, Tani otoshi
Lanzamientos con agarre de piernas	Morote gari, Kuchiki daoshi

Tab.4.3.1.1.n, Clasificación Nage Waza de la Federación Francesa de Judo (FFJDA) (1990)

En la antigua Unión Soviética, había muchos estilos de lucha nacional, y todas estas diferentes formas de lucha basadas especialmente en el Sambo u otros estilos con un enfoque muy similar a la lucha libre se introdujeron directamente en el judo. Esta es la razón de la diferente introducción de técnicas y florecimiento durante los años sesenta y setenta. Todos los lanzamientos de judo absorbidos por esta nueva visión pragmática de la lucha perdieron su sabor y nombre japonés y fueron clasificados como número (como Kawaishi) o por nombre de acción.

Utilizaremos la nomenclatura japonesa para la clasificación rusa por razones de homogeneización con las otras categorías mostradas. Inicialmente, en esta clasificación, no hay nombres japoneses sino solo descripciones de acciones a la manera rusa, ya que, en esta clasificación, hay muchas técnicas fuera de la clasificación Kodokan. Para algunas de ellas, utilizaremos la traducción de Roy Inman tomada por su trabajo sobre el shiai waza aceptado en el programa de estudios de BJA.

Lanzamientos con agarre de manos a las piernas	Kata Uchi Ashi Dari, Sukuinage, Marte Gari, Sat Kibisu Gayeshi, Kata Sat Ashi Dari
Barridos	Harai Tsurikomi Ashi, Okuriashi Barai, Ko Sat Gek, Ko Sat Gare, Ko Uchi Gek,
Enganche	y Uchi Barai, O Uchi Gek, Ko Sat Gek
Lanzamiento de piernas	O Uchi Gari, O Uchi Gek, O Sat Gari, Sat Ashi Dari, o uchi Gari
Técnicas de enganche	Tai Otoshi, O Soto Gake, O soto Otoshi
Técnicas de cadera	Harai Goshi, Uchi Mata
Técnicas de arrastre hacia abajo	Kani Basami, Hikkikami Geshi
Lanzamientos de cadera	O Goshi, Koshi Guruma, O Soto Makikomi
Lanzamientos hacia atrás	Marte Seoi Nage, Suwari Seoi, Sod Tzurikomi Goshi, Tjurikomi Goshi
Técnicas de lanzamiento hacia atrás	Ura nage,
Técnicas de lanzamiento lateral	Yoko Otoshi
Sacrificios técnicos	Tomoe Nage, Hikkomi Gaeshi
Lanzamientos sobre los hombros	Kata guruma, Tama guruma, Suwari kata guruma
Volcado hacia atrás con el muslo	Mae Hiza ura nage, Ushiro hiza ura nage

Tab.4.3.1.1.p. (V.M.Andreev-G.S.Tumanian). Clasificación rusa antigua (año??)

La necesidad de clasificación crece en todo el mundo, y durante estos años, se presentaron en Croacia y España algunos nuevos esfuerzos nacidos en diferentes países en las siguientes dos categorías. Estas clasificaciones están conectadas tanto con la aplicación en competición como con el objetivo cognitivo.

SUB-GROUP A1		SUB-GROUP A2
C1 ASHI GURUMA	C17 YAMA ARASHI	C7 OBI OTOSHI
C5 HIZA GURUMA	C16 UKI WAZA	C21 YOKO WAKARE
C14 UKI GOSHI	C18 YOKO GAKE	C11 SUMI OTOSHI
C6 KOSHI GURUMA	C4 HIKIKOMI GAESHI	C15 UKI OTOSHI
C28 O GOSHI	C13 TSURIKOMI GOSHI	
C2 HANE GOSHI	C19 YOKO GURUMA	
C8 O GURUMA	C36 NIDAN KOSOTO GAKE	
C3 HARAI TSURIKOMI ASHI	C20 YOKO OTOSHI	
C12 TAWARA GAESHI	C39 OKURI ASHI HARAI	

Tab.4.3.1.1.q Application in Competition, Throws Less important (Sertic, Seghedi) 2014

SUB-GROUP B1	SUB-GROUP B2	SUB-GROUP B3
C9 SOTO MAKIKOMI	C22 TOMOE NAGE	C32 OUCHI GARI
C26 SASAE TSURIKOMI ASHI	C23 SODE TSURIKOMI GOSHI	C34 UCHIMATA
C31 HARAI GOSHI	C24 MOROTE SEOINAGE	C35 KOUCHI GARI
C37 TANI OTOSHI	C25 IPPON SEOINAGE	
C33 OSOTO GARI		
C10 SUMI GAESHI		
C40 DEASHI HARAI		
C27 TSURI GOSHI		
C38 KOSOTO GARI		
C29 URANAGE		
C30 TAI OTOSHI		

Tab.4.3.1.1.r Application in Competition, Throws Most important (Sertic, Seghedi) 2014

En Croacia una clasificación se centró según la importancia de los Lanzamientos en Competición. Este resultado podría ser útil para los expertos en judo a la hora de seleccionar los métodos más racionales de preparación técnica y táctica y establecer enfoques nuevos y modernos para el entrenamiento de judo.

	Acronym	*Movement structure*	*Dynamic leg direction*	*Dynamic leg zone*	*Throw space*	*Supporting base*	*Some Specific Judo Motor Skills*
1	Turn_F2	turn			forward throw	Two supporting legs	o goshi, uki goshi, koshi guruma, tsuri goshi, utsuri goshi, seoi nage, sode tsuri komi goshi, uchi makikomi, soto makikomi, tsuri komi goshi, seoi otoshi, tai otoshi
2	Turn_F1	turn			forward throw	One supporting leg	uchi mata, uchi mata makikomi, harai goshi, hane goshi, ashi guruma, o guruma, yama arashi, harai makikomi, uchi mata makikomi, hane makikomi
3	WT_IpExB1	without turn	ipsilateral leg direction	external zone	backward throw	One supporting leg	o soto gari, o soto gake, o soto otoshi, o soto guruma, o soto makikomi, o soto gaeshi
4	WT_IpInB1	without turn	ipsilateral leg direction	inner zone	backward throw	One supporting leg	ko uchi gari, ko uchi gake, ko uchi makikomi
5	WT_ClaInB1	without turn	contralateral leg direction	inner zone	backward throw	One supporting leg	o uchi gari, o uchi gake, o uchi makikomi
6	WT_ ClaExB1	without turn	contralateral leg direction	external zone	backward throw	One supporting leg	ko soto gake, de ashi harai, tsubame gaeshi, yoko gake, okuri ashi harai, o uchi gaeshi, ko uchi gaeshi,harai goshi gaeshi, uchi mata gaeshi, hane goshigaeshi, tani otoshi
7	WT_ClaExF1	without turn	contralateral leg direction	external zone	forward throw	One supporting leg	sasae tsuri komi ashi, hiza guruma, harai tsuri komi ashi
8	WT_2	without turn			forward or backward throw	Two supporting legs	ura nage, ushiro goshi, yoko otoshi (as kata guruma), sumi otoshi, obi otoshi, daki wakare
9	SP_FwBack	supine position			forward throw	back support	Tomoe nage, sumi gaeshi, hikikomi gaeshi, yoko tomoe nage, uki waza, yoko guruma, yoko wakare

Tab4.3.1.1.s Criteria and Group of techniques connected (Dopico. And Coworkers 2014)

Esta clasificación nació en Galicia para organizar la motricidad del judo para a) facilitar la adquisición de un gran número de movimientos (técnicas) y diseñar una herramienta para la adquisición de aprendizajes significativos a través de una clasificación basada en criterios motores; b) utilizarlo como recurso para planificar, controlar y optimizar el proceso de formación; c) analizar el deporte del judo desde una perspectiva táctica. Los criterios de clasificación fueron: a) Posición de la estructura del movimiento, b) Base de apoyo, c) Dirección hacia donde se lanza el oponente, d) Dirección de la pierna dinámica, e) Zona de aplicabilidad de la pierna dinámica.

4.3.1.2 Disposiciones de aprendizaje cognitivo motor

La mejora técnica y la perfección se basan en la construcción de un sistema motor adecuado (movimientos correctos, cinética, cinemática y aprendizaje). La habilidad técnica de un atleta de judo estará en función de la corrección de su sistema motor, que durante el entrenamiento será cada vez mejor y más agradecido por el ejercicio.

Ajrijanc destacó los objetivos específicos de la formación técnica como:

1. Adquisición de técnicas básicas.
2. Adquisición duradera de la técnica.
3. Una mejora técnica en función de las capacidades del deportista.
4. Estabilización de la técnica en función de situaciones difíciles (estrés, fatiga, presión emocional)

Para los alumnos, el sistema de aprendizaje está conectado a los juegos porque la atención del niño es muy baja. Y es bien sabido que, para los niños y los niñas, la mejor manera de llamar la atención para el aprendizaje es el juego y los juegos. Un sistema bien construido basado en juegos producirá una mejora tremenda y rápida en el aprendizaje motor. Con la edad, será posible introducir un sistema de aprendizaje motor estructurado en adultos. Para las personas adultas, la estructura de la instrucción se construirá sobre fases interconectadas y estructuradas que mejorarán tanto los conocimientos conceptuales como los conocimientos técnicos motrices que serán suficientemente flexibles.

En toda formación técnica, es posible encontrar cuatro pasos esenciales:

I. Fase (cognitiva): Esta fase es adecuada para dar a conocer la Técnica Racional Deportiva al deportista mediante la demostración del instructor.

II. Fase (experimental): En esta fase, el deportista debe transformar el aprendizaje técnico motor en movimiento corporal mediante la experimentación práctica. El instructor dividirá el movimiento para rectificar los errores

III. Fase (estabilizadora): El significado de esta fase es construir un condicionamiento operante motor. Este condicionamiento motor debe aprenderse mediante el método de repeticiones y variaciones. El instructor combinará las dos formas para evitar los estereotipos debidos al método de repetición y obtener la flexibilidad adecuada útil en los deportes de situación.

IV. Fase (estratégica): Durante esta fase, el instructor se centrará en la adaptabilidad situacional del atleta y mejorará su inventiva. Esta es la capacidad del atleta para familiarizarse más rápidamente con las situaciones cambiantes de la pelea. Esto generalmente se obtiene por errores en la evaluación estadística, el control de la competición, las pruebas, el análisis de video y el estudio de la estrategia local.

4.3.1.2.1 Área infantil

El área infantil es un vasto campo para experimentaciones y aplicaciones específicas. En estos últimos veinte años, todos los países se enfrentan al problema de los niños, las soluciones son muy diferentes según la herencia cultural y los hábitos locales. Un análisis completo sobrepasa los límites del libro. Se realiza solo un análisis retorcido, y, entre tantos materiales, se analizarán algunos de los enfoques más fundamentales y originales en todo el mundo (bajo el compromiso del autor). El país más organizado y avanzado en este campo es Francia, con una larga historia. Si vemos una sola producción, podríamos recordar el trabajo de Adami y Couturier (1975). La primera metodología de enseñanza organizada a nivel nacional se produjo a finales del año 80, con la publicación de los dos libros Approche Pédagogique du service de la recherché FFJDA 1985 – después Méthode Française d'enseignement du judo-jujitsu - FFJDA 1995, hoy las bases de la evolución de la enseñanza han sido reorganizadas por Brousse y col., sobre sólidas bases científicas y pedagógicas que conservan y desarrollan todas las enormes experiencias anteriores construidas en Francia por FFJDA.

En la siguiente tabla, se muestra el ejemplo de los tres criterios de clasificación reagrupados: 1) todas las técnicas por los dos principios biomecánicos básicos de funcionamiento (Cupla y Palanca), 2) por la posición básica de pie (uno o dos pies), 3) por la posición relativa de Uke (adelante, atrás).

	Hacia atrás de Uke	Ejemplos	Hacia delante de uke		Ejemplos
Dos pies de apoyo	Piernas separadas	Koshiguruma Tai otoshi Kubi nage Soto makikaimi A	Proyección hacia adelante		Te guruma Kuchiki Daoshi Morote Gari
	Piernas bien cerradas	Uki Goshi O Goshi Ippan Seoi Nage Koshi Guruma Marte Seoi Nage Eri Seoi Nage Tsurikomi Goshi Sod Tsurikomi Ushiro Goshi D	Proyección hacia atrás		Ura nage
			Con elevación		Kata guruma
Una pierna de soporte	Barridos externos	Harai Goshi E	Proyección hacia adelante o hacia los lados	De pie	Hiza guruma Ashi barai Sasae tsurikomi ashi C
				Con caída	Sutemi
	Barridos internos	Uchi mata F	Proyección hacia atrás	Barrido interno	O uchi gari Ko uchi gari B
				Barrido externo	O Soto ari Ko Soto Gari B

Tab.4.3.1.2.1.a Clasificación de Francia de las acciones técnicas en función de su complejidad

Supongamos que la FFJDA es quizás la federación líder en el área de los niños con estructuras conectadas y organización centralizada. En ese caso, el país inglés muestra una amplia serie de buenos libros sobre la enseñanza de los niños, muchos pensadores ingleses como Gleeson o Sulman, Soames y otros dieron alguna contribución crítica a la enseñanza de los niños, pero fueron contribuciones originales y únicas no centralizadas como la federación francesa. Además, en España, no existe una situación tan centralizada como en Francia, durante estos años, la propuesta más interesante en España fue una colaboración entre España y Polonia (2004) basada en 911 encuestas entre diecinueve países, siendo los más activos España, Portugal, Italia, Francia, Polonia, Venezuela, Colombia, Brasil y Estados Unidos. El resultado de la nueva propuesta de go kyo se muestra en las siguientes tablas:

NIVEL I		
A	B	C
O SOTO GARI (OTOSHI) O-GOSHI DE ASHI BARAI KO SOTO GARI (GAKE)	O UCHI GARI KOSHI GURUMA SASAE TSURI K. ASHI OKURI A. BAR(LINEAL)	KO UCHI GARI SEOI NAGUE HIZA GURUMA OKURI A.B. (GIRO)

NIVEL II		
A	B	C
HARAI GOSHI TSURI GOSHI KATA GURUMA UKI WAZA	UCHI MATA TSURI KOMI GOSHI TOMOE NAGUE URA NAGUE	HANE GOSHI (ASHI G) USHIRO GOSHI UTSURI GOSHI YOKO GAKE (GURUMA)

EDAD	COLOR CINTURÓN	NIVEL
6 AÑOS	BLANCO AMARILLO	PARTICIPACIÓN+ UKEMIS
7 AÑOS	AMARILLO	NIVEL I GRUPO A
8 AÑOS	AMARILLO-NARANJA	NIVEL I GRUPO B
9 AÑOS	NARANJA	NIVEL I GRUPO C
10 AÑOS	NARANJA-VERDE	NIVEL II GRUPO A*
11 AÑOS	VERDE	NIVEL II GRUPO A**
12 AÑOS	VERDE-AZUL	NIVEL II GRUPO B*
13 AÑOS	AZUL	NIVEL II GRUPO B**
14 AÑOS	AZUL-MARRÓN	NIVEL II GRUPO C*
15 AÑOS	MARRÓN	NIVEL II GRUPO C**

Tab.4.3.1.2.1.b Spain result for children survey

Otro trabajo interesante realizado sobre la misma base: una recopilación de diferentes opiniones de profesores por García García y Vicente Carratalá, en colaboración con Sterkowicz, produjo la siguiente metodología de enseñanza basada en los siguientes puntos técnicos.

1. La facilidad con la que tori puede lograr el equilibrio y el desequilibrio
2. La facilidad con la que tori puede ganar control de la postura
3. La facilidad para adaptarse al espacio-tiempo (precisión)
4. La facilidad para lograr la coordinación Inter segmentaria
5. La facilidad para alcanzar la dirección correcta en las acciones de empuje y tracción
6. La facilidad con la que uke logra ukemi (caer sin riesgo de una lesión)

Aspect	Techniques that are easiest to perform	Techniques that are hardest to perform
1. La facilidad con la que tori puede lograr el equilibrio y el desequilibrio	O GOSHI KOSHI GURUMA TAI OTOSHI	TOMOE NAGE HIZA GURUMA
2. La facilidad con la que tori puede ganar control de la postura	O GOSHI O SOTO GARI KO SOTO GAKE	HIZA GURUMA KATA GURUMA
3. La facilidad para adaptarse al espacio-tiempo (precisión)	O GOSHI O SOTO GARI KOSHI GURUMA	DE ASHI BARAI OKURI ASHI BARAI
4. La facilidad para lograr la coordinación Inter segmentaria	KO SOTO GAKE O GOSHI KOSHI GURUMA	TSURI KOMI GOSHI TOMOE NAGE
5. La facilidad para alcanzar la dirección correcta en las acciones de empuje y tracción	O GOSHI TAI OTOSHI KOSHI GURUMA	KATA GURUMA O UCHI GARI
6. La facilidad con la que uke logra ukemi (caer sin riesgo de una lesión)	O SOTO GARI DE ASHI BARAI O UCHI GARI	TOMOE NAGE KATA GURUMA

Tabla 4.3.1.2.1.c. Descomposición española de técnicas de acuerdo con la facilidad con la cual se realizan

The proposed methodology is presented in the next table :

Age	Belt colour	Programme
6	WHITE-YELLOW	MOBILITY/JUDO + UKEMI
7	YELLOW	O SOTO GARI (OTOSHI) O-GOSHI DE ASHI BARA* KO SOTO GARI (GAKE)
8	YELLOW-ORANGE	O UCHI GARI KOSHI GURUMA SASAE TSURI K. ASHI OKURI A. BAR (LINEAR)
9	ORANGE	KO UCHI GARI SEOI NAGE HIZA GURUMA OKURI A.B. (ROTATION)*
10	ORANGE-GREEN	HARAI GOSHI TSURI GOSHI KATA GURUMA UKI WAZA
11	GREEN	LEVEL II GROUP A**
12	GREEN-BLUE	UCHI MATA TSURI KOMI GOSHI TOMOE NAGE URA NAGE
13	BLUE	LEVEL II GROUP B**
14	BLUE-BROWN	HANE GOSHI USHIRO GOSHI UTSURI GOSHI YOKO GAKE (GURUMA)
15	BROWN	LEVEL II GROUP C**

Tab.4.3.1.2.1.d Garcia Garcia, Carratala, Proposed programme, taking the difficulty of learners' execution and age into consideration.



Tab.4.3.1.2.1.c. Judo technical content distribution for children ages (from Galan, Carratalà)

La Federación Española ha desarrollado un método de enseñanza muy completo y apasionante para niños de entre 6 a 14 años, basado fundamentalmente en la comprensión de los movimientos relacionados con las técnicas de lanzamiento. Una fascinante y completa aportación de la "Xunta Galiciana" de los autores de la Federación Gallega de Judo, dos eminentes maestros: Eduardo Galán Palla VI Dan y el Dr. Vicente Carratalà Deval VII Dan es el libro de judo para niños: "Judo del descubrimiento a la formación" en el que los autores se enfrentan en un primer momento al análisis social vinculado a la iniciación del Judo en Galicia, Como las razones para que las familias introduzcan a los niños en el judo, los derechos de los deportistas, para un segundo análisis en profundidad de las fases de enseñanza a la luz de la pedagogía y la conexión de la materia. Para la tercera, la parte técnica está llena de una idea emocionante y original.

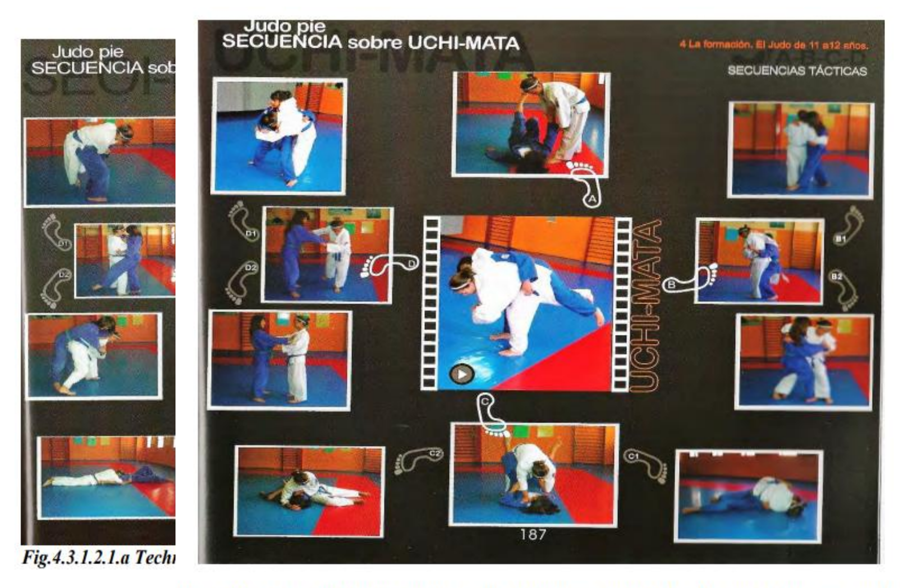


Fig.4.3.1.2.1.a Techi

Fig.4.3.1.2.1.b, Technical sequence for children on Uchi Mata (From Galan, Carratalà)

Entre otras contribuciones, una de las más originales es el trabajo organizado producido por el Dr. DI Frantisek Jahoda para la Federación Austriaca en cuatro libros, la serie "Sistema de enseñanza de judo para niños con pelota de judo". Es un sistema de enseñanza muy original mediante una herramienta única que la pelota de judo es capaz de enseñar: ukemi, agarres, kansetsu y barai o ashi waza, y otras acciones de judo. Y como es fácil de ver, agradable no solo para los niños.



Fig.4.3.1.2.1. c.d.e. Austria, Judo ball methods for children

En el 6º Simposio Internacional de Ciencia del Judo en Rotterdam 2009, se presentaron algunos trabajos interesantes tanto por ingleses como por italianos sobre el judo infantil. Challis (Universidad Anglia Ruskin) dio un emocionante estudio comparando dos métodos de enseñanza del judo; (Go Kyo tradicional y aplicación de habilidades múltiples). Si hay una mejora en la capacidad motora de los niños (9-11 años) y qué método fue más valioso, los resultados muestran que la

tendencia en la modificación del método de habilidades múltiples fue más robusta, un resultado que se ajusta a la complejidad no lineal del cuerpo humano. En Italia, la misma situación que en Inglaterra, durante estos años muchos DVDs interesantes o libros sobre el campo de los niños, uno para todos "El primer judo" de Capelletti 2002.

Todo esto muestra la tensión para resolver un problema real en el mundo del judo. En 1996 se elaboró una metodología original de enseñanza para niños, basada en el análisis biomecánico del judo, teniendo en cuenta las siguientes consideraciones: a) la necesidad de asegurar la continuidad de la lógica1 y la cultura1 con el Método Clásico (Go Kyo) conservando las características más valiosas de este enfoque; b) la necesidad de establecer una estructura que ofrezca la máxima flexibilidad a los educandos (niños) de tal manera que se tengan en cuenta las diferencias en la capacidad motora; c) la necesidad de esbozar directrices para los instructores en las que la rigidez y las reglas preestablecidas se mantengan al mínimo, al tiempo que se destacan las habilidades personales y la inventiva.

Enseñanza del modelo italiano de aprendizaje motor biomecánico (Monti-Sacripanti). 1996.

El programa se desarrolló sobre la base de dos supuestos didácticos particulares que se repiten continuamente, especialmente en el período más desafiante (1er año): - Distribución adecuada de la formación y la instrucción; - La estructuración innovadora se basa inicialmente en el Ne Waza y posteriormente en el Tachi Waza. Las habilidades motoras que los alumnos deben aprender son proporcionadas por el grupo en su conjunto, donde las técnicas son de igual valor, no por el orden secuencial de las técnicas. En caso tradicional, se supone que las técnicas están dispuestas para aumentar la dificultad del movimiento, pero en el enfoque italiano busca enseñar técnicas con el mismo grado de dificultad motora en cada grupo.

En términos específicos, los ejercicios de parejas en forma de juegos se utilizan durante el primer año de instrucción (fase de iniciación). Inventar "juegos didácticos" resulta muy fácil. Un ejercicio clásico puede transformarse en un juego orientado a objetivos introduciendo tareas u objetivos prácticos y estableciendo reglas para otorgar la victoria. En este caso, sin embargo, el instructor debe asegurar la gratificación del alumno más débil jugando con él. De esta manera, el grupo mejorará de manera más homogénea y los alumnos no abandonarán los estudios por la incapacidad de obtener un beneficio adecuado de la evolución motora de las lecciones. La necesidad de "camuflar" los ejercicios como juegos se deriva de la relativa inestabilidad de la capacidad de atención durante la infancia. Por lo tanto, es importante no exigir concentración durante períodos excesivamente largos, sino explotar la curiosidad (interés por la novedad) a través de ejercicios adecuados de variación. A esta edad (6 años), el juego es una necesidad vital y puede favorecer el aprendizaje. El alumno pasará gradualmente de la fase de familiarización con la colchoneta a la etapa de pie en el espacio de 6 a 8 meses.

Las técnicas iniciales de Tachi Waza se aprenderán en 2-4 meses. Por lo tanto, el horario es el siguiente. Iniciación al Judo (1º curso):

A) Familiarización con la colchoneta (6-8 meses) a través del desarrollo gradual (decúbito supino, boca abajo, a cuatro patas, arrodillado sobre ambas rodillas, arrodillado sobre una rodilla, agachado).

B) Familiarización con las proyecciones (2-4 meses) a través del desarrollo gradual (desde estar parado, dar un paso hacia adelante, en movimiento rectilíneo, en movimiento rectilíneo, en movimiento giratorio, en dirección libre). Después de un período inicialmente pasivo, Tori vendrá a guiar la actividad (tab. 1).

Los cinco años siguientes se dividen en dos fases (preparación básica para los alumnos de 8 a 10 años y especialización para los alumnos de 10 a 13 años). El programa técnico incluye no menos de 37 técnicas de lanzamiento y 20 técnicas de Ne Waza, dando 57 técnicas, sin contar las combinaciones. El método busca integrar la educación técnica-clásica japonesa del dominio de la técnica para absorber esta sustancial carga de enseñanza e información: Las conocidas 6 fases (Tandoku renshyu, Sotai renshyu, Uchi komi, Yaku soku geiko, Kakari gheiko y Randori), con otros detalles sobre la direccionalidad,

y kumi kata como medio de transferencia de energía. Los principios biomecánicos de las técnicas y la importancia más o menos considerable del desequilibrio se centran al grupo biomecánico al que pertenece la técnica.

La fase final del programa, que puede describirse con razón como preparación para la competición, implica el estudio cuidadoso y evolucionado de varios conceptos innovadores derivados de un análisis biomecánico, que se pueden etiquetar de la siguiente manera: 1) Entrada unificada; 2) movimiento unificado; 3) Agarre unificado. El propósito intrínseco de estos conceptos es el de proporcionar a los alumnos en la fase previa a la competición herramientas que puedan desarrollarse en diversas técnicas dependiendo de la "situación" contingente producida en el sistema biomecánico cerrado de "pareja de atletas". Este método para niños, que se divide en tres fases de Iniciación (para niños de 6 a 7 años), Preparación Básica (8 a 10) y Preparación a la Competición (de 11 a 13 años), presenta varias innovaciones y ofrece a los alumnos varias ventajas.

Durante el 1er año, las actividades iniciales en el terreno y el enfoque en Ne Waza proporcionan beneficios en términos de "seguridad" con respecto al trauma: 1) La musculatura de soporte está libre de tareas inadecuadas. 2) La musculatura complementaria goza de un desarrollo y fortalecimiento general. 3) Los alumnos aprenden a superar el miedo a la "caída".

Los "juegos didácticos" se utilizan para promover la conciencia de la propia capacidad física, satisfacer el deseo de acción, preservar la alegría de aprender, llevar a cabo instrucciones técnicas, llevar a cabo el condicionamiento. Esencial durante este período es la introducción específica de Te Waza especial en posición arrodillado sobre una rodilla. Estas técnicas Te Ouchi gari, Te uchi mata, Te ko uchi gari, Te o soto gari, barriendo la pierna del uke en posición de rodillas con el brazo en lugar de la propia pierna, hacen accesible no solo la comprensión mecánica de las técnicas clásicas de pie, sino que también son una preparación útil y segura para la mayoría de las recogidas utilizadas en las competiciones reales.

Programa de Ne waza (Suelo)	Edad de inicio
6 – 7 años	8 – 10 años
1. Inmovilizaciones 2. Variantes 3. Métodos de escape/liberación 4. Volteos desde posición prono y cuatro apoyos 5. Ataques desde posición supina 6. Combates en suelo 7. Mantenimiento y desplazamiento 8. Desequilibrio rectilíneo 9. Técnicas de contacto completo 10. Programa de cinturón blanco de técnicas de lanzamiento por ambos lados 1 año de duración	Seis meses de duración

Tabla 4.3.1.2.b. Programa de entrenamiento italiano para niños

En el desarrollo del Roku Kyo en los años siguientes, el método de "enseñanza abierta" busca dar alcance a la inventiva y la experiencia del instructor, al tiempo que garantiza el máximo respeto por el carácter del alumno para combinar el necesario crecimiento de los conocimientos técnicos de manera armoniosa con la total flexibilidad de aplicación por parte del alumno. El tiempo y la aplicación permitirán identificar las limitaciones menos evidentes inherentes al método y las correcciones necesarias para garantizar su adaptabilidad a la realidad siempre cambiante de un deporte en continua evolución como el judo. Después de la primera fase (medio año) en el suelo, estudiando por juegos de ne waza, esto es pedagógicamente importante para superar el futuro miedo a caerse y desarrollar músculos sin peligro para la columna vertebral. La primera interacción con las técnicas de bipedestación será sin agarres porque las niños tienden naturalmente a tensar los brazos cuando existen agarres. Después de un tiempo, adquirido el movimiento técnico, es posible introducir agarres en la lección, sin fuerza, y después de un tiempo justo con fuerza creciente. Esta es la razón por la que de ashi barai es la primera técnica, y ko uchi barai es la segunda.

Se le pide al niño Uke que haga oposición a Tori, y el pie de Tori gira y barre con el otro pie el pie que avanza de Uke: primero rotación hacia fuera (De Ashi) y luego hacia adentro (Ko Uchi); y así sucesivamente con las diferentes técnicas. Toda la estructura de la progresión de los alumnos italianos se basa en una base biomecánica y pedagógica. Las técnicas no son secuenciales, y es esencial enseñar a cada grupo el orden que sea, porque lo importante es el contenido de conocimientos motores en todo el grupo y no en cada técnica. Cada grupo está interconectado con las dificultades crecientes en el movimiento, en la carga de peso para el esqueleto y en el estrés para el sistema cardiovascular y respiratorio.

Recientemente, EJU ha hecho un esfuerzo considerable para unificar el trasfondo de las metodologías de enseñanza utilizando la muy avanzada experiencia francesa para niños con la definición de un maestro europeo, en relación con la Federación Nacional y algunas universidades europeas, de Francia, Inglaterra, Italia.

Roku Kyo - Standing and ground combat techniques *Traditional programme of instruction and development*	*Suggested duration: one year*
De ashi barai, Ko uchi barai, Tai otoshi, Eri seoi (with blocking), Sasae tsurikomi ashi, Hiza guruma, O soto otoshi (as blocking)	*Initial teaching programme 6-12 months* *White belt - pupils aged 6-8*
O uchi barai, Koshi guruma, Uki goshi, O goshi, Ippon seoi nage, Eri seoi nage	*Yellow belt - pupils aged 9-10*
Tsuri kumi goshi, Morote seoi nage, Osoto gari, Techniques of gari (O uchi, Ko uchi), Sode Tsuri komi goshi	*Orange belt - pupils aged 10-11*
Harai goshi, Uchi mata, Tani otoshi, Tomoe nage, Yoko Tomoe, Ushiro goshi Te guruma, Sukui nage	*Green belt - pupils aged 11-12*
Yoko guruma, Hane goshi, Tama guruma, Techniques of gakè (Ko uchi, O uchi, Ko soto, O soto), Okuri ashi barai	*Blue belt - pupils aged 12-13*
Harai tsurikomi ashi, Hikkomi gaeshi, Sumi gaeshi, Combinations and counter-techniques, shime waza, kanetsu waza, Bilateral repetition of programme	*Brown belt - pupils aged 13-15*
"Roku Kyo" modified for children	

Tab 4.3.1.2.1.c, An Italian training program for children 1996

4.3.1.2.2. Zona de adultos

Ahora todas las estructuras didácticas de acción técnica en judo para un adulto están finalizadas para enseñar y preparar al atleta para competir. La metodología clásica japonesa de entrenamiento técnico (geiko) es un enfoque biomecánico práctico de la dinámica de lanzamiento. Desde este punto de vista, es posible afirmar que este método de enseñanza es sólido. Si comenzamos a analizar los diferentes ejercicios estructurados en todo el sistema, es posible reconocer el aumento de la dificultad dinámica de la metodología de enseñanza.

Los principales ejercicios técnicos y entrenamiento de habilidades son:

1. ***Tandoku renshyu*** (entrenamiento de sombras): El atleta realiza su ataque en el vacío, previendo la posición del adversario. Este ejercicio puede hacer más sencilla la técnica de comprensión, mejorando tanto la velocidad como el equilibrio.

2. ***Sotai renshyu*** (entrenamiento libre sin resistencia): Es el siguiente paso en el entrenamiento técnico, durante el cual ambos atletas se ayudan a comprender mejor los puntos principales de la acción técnica utilizando un ataque lento y suave y una caída impulsada sin resistencia si el ataque es correcto.

3. ***Uchi komi*** (entrar): Este es el primer paso del entrenamiento dinámico. Entendido el movimiento técnico, Tori practica alta sucesión y velocidad contra un Uke estático. Este es el primer paso para entender el judo y acostumbrarse a un par de sistemas de atleta.

4. ***Yaku Soku Geiko*** (entrenamiento casual): Tori y Uke se mueven libremente en la colchoneta, y las entradas siempre son suaves. Este paso puede permitir que Tori entienda el concepto de oportunidad, mejorando la técnica y el estilo, mientras que Uke entiende la sensación de ataque de sus agarres. Este tipo de entrenamiento también podría utilizarse en una postura específica preestablecida para estudiar situaciones.

5. ***Kakari Geiko*** (entrenando con el rival): Durante este paso, siempre en movimiento, el ataque de Tori será poderoso y la defensa de Uke será mejor. Sin embargo, la defensa de este Uke no se basará en la solidez del rival, sino en el timing y la esquiva. Como es fácil de entender, la metodología japonesa de formación técnica mejora el conocimiento del Sistema de Pareja.

6. ***Randori*** (pelea libre): Es el último paso antes de la pelea real, no hay tareas específicas y ambos atletas son libres de pelear libremente. Durante el randori, cada pareja debe atacar con frecuencia y con brusquedad, sin tener miedo a perder. El espíritu randori es muy diferente de la pelea real porque siempre es un paso de estudio sobre la mecánica interna de los sistemas de pareja.

7. ***Shiai*** (pelea real): Es la pelea real, en la que el único deber esencial es ganar, pero también es una escuela desafiante en la que todos conocen sus límites físicos y psicológicos y entienden cómo superarlos.

Generalmente, en Europa, se utiliza el método Harre para aumentar la habilidad y la coordinación en función del siguiente paso: a) realizar la técnica en una situación difícil, b) realizar la técnica como un espejo, c) realizar la técnica con una variedad de velocidad y ritmo de postura, d) estudio de técnicas vinculadas, e) contadores relacionados, f) lucha contra un adversario con diferentes pesos, g) peleas con resistencias o con objetivos pre-establecidos.

Japón

Los arreglos de aprendizaje cognitivo motor desarrollados por Kano y sus colaboradores llamados Go Kyo se construyeron sobre la base de la Clasificación Cognitiva, en combinación con algunas necesidades específicas:
1. El grado de dificultades técnicas de más sencillo a lo más difícil
2. La amplitud de los movimientos de Tori relacionados con la dificultad de ejecución
3. Dificultad de la caída de Uke conectada a los lanzamientos.

Esta progresión fue reevaluada, durante el tiempo, desde el primer 1893 hasta 1920 hasta el último 1967. Se produjeron diferentes arreglos de aprendizaje cognitivo motor para el judo de la escuela secundaria de 1974. Este fascinante método construido por el Sr. Fujiwara 8° Dan Kodokan fue el precursor del método de continuidad del Sr. Geesink.

Una vieja encuesta realizada en Japón en 1984 mostró que el Go Kyo ese tiempo no se usaba en absoluto en los gimnasios de judo. Las lecciones de entrenamiento no estaban unificadas ni conectadas con Kodokan. Estos cinco principios (Go Kyo) para enseñar judo no se siguen en el moderno centro deportivo japonés.

V Kyu	*IV Kyu*	*III Kyu*	*II Kyu*	*I Kyu*
Hiza guruma	Sumi kaeshi	Okuri ashi harai	Uki otoshi	Yoko guruma
Tsuri komi ashi	Ko soto gari	Harai goshi	Uki waza	Yoko wakare
Uki goshi	O goshi	Ushiro goshi	Daki wakare	Uchi makikomi
Tai otoshi	Koshi guruma	Ura nage	Kata guruma	Ko uchi gari
De ashi harai	Seoi nage	Uchi mata	Hikkomi gaeshi	Ashi guruma
Yoko otoshi	Tomoe nage	Obi otoshi	Tsuri goshi	Harai tsurikomi ashi
O soto gari	Tani otoshi	Hane goshi	Soto makikomi	Yama Arashi
			Utsuri goshi	O soto guruma
			O soto otoshi	Yoko gake
			Tawara gaeshi	

Tab. 4.3.1.2.2 .a, (Kyu Go Kyo no Waza)Kodokan 1895

	V Kyu	*IV Kyu*	*III Kyu*	*II Kyu*	*I Kyu*
1	De ashi barai	Ko soto gari	Ko soto gake	Sumi gaeshi	O soto guruma
2	Hiza guruma	Ko uchi gari	Tsuri goshi	Tani otoshi	Uki waza
3	Sasae tsurikomi ashi	Koshi guruma	Yoko otoshi	Hane makikomi	Yoko wakare
4	Uki goshi	Tsurikomi goshi	Ashi guruma	Sukui nage	Yoko guruma
5	O soto gari	Okuri ashi barai	Hane goshi	Utsuri goshi	Ushiro goshi
6	O goshi	Tai otoshi	Harai tsurikomi goshi	O guruma	Ura nage
7	O uchi gari	Harai goshi	Tomoe nage	Soto makikomi	Sumi otoshi
8	Seoi nage	Uchi mata	Kata guruma	Uki otoshi	Yoko gake

Tab. 4.3.1.2.2 .b,(Shin Go Kyo no Waza) Kodokan 1920

	I Kyu	*II Kyu*	*III Kyu*	*IV Kyu*	*V Kyu*
1	De ashi barai	Ko uchi gari	Uchi Mata	Yoko guruma	Ura nage
2	Hiza guruma	Koshi guruma	Hane goshi	Osoto Guruma	Sumi otoshi
3	Uki goshi	Ko soto gari	Hanemakigoshi	Uki otoshi	Yoko wakare
4	Sasae tsurikomi ashi	O goshi	Harai Tsurikomiashi	Utsushi goshi	Oguruma
5	O soto gari	Seoi Nage	Tomoe nage	Uki Waza	Okuri Ashi Barai
6	Tsurigoshi	O Uchi Gari	Sukui Nage	Taniotoshi	Sumigaeshi
7	Taiotoshi	Ko Soto Gake	Ashi Guruma	Yoko Otoshi	Kata Guruma
8	Tsurikomigoshi	Haraigoshi	Ushirogoshi	Yoko Gake	Sotomakikomi

Tab.4.3.1.2.2.c Five Principles (Go Kyo) from Kyuzo Mifune 1956

VI Kyu -V Kyu	*IV Kyu*	*III Kyu*	*II Kyu*	*I Kyu*
withe-yellow	**orange**	**green**	**blue**	**brown**
Nage waza	**Nage waza**	**Nage waza**	**Nage waza**	**Nage waza**
De ashi barai	O goshi	Tsuri komi goshi	Ko soto gake	Yoko otoshi
Hiza guruma	O uchi gari	Okuri ashi barai	Ashi guruma	Hane makikomi
Sasae tsurikomi ashi	Seoi nage (ippon morote)	Tai otoshi	Harai tsurikomi ashi	Utsuri goshi
Uki goshi	Ko soto gari	Harai goshi	Hane goshi	O guruma
O soto gari	Ko uchi gari	Uchi mata	Tomoe nage	Soto makikomi
Basics of judo	Koshi guruma		Kata guruma	Ushiro goshi
Katame waza	**Katame waza**	**Katame waza**	**Katame waza**	**Katame waza**
Hon kesa gatame	Yoko Shiho gatame	Basic shime waza	Hadake jime group	Renraku waza
Kuzure gesa gatame	Kuzure yoko shiho gatame	Kata juji jime	Kata ha jime group	Kaeshi waza
	Kami Shiho gatame	Nami juji jime	Kata te jime group	
Makura gesa gatame	Kuzure kami shiho gatame	Okuri Eri groups	Morote jime group	Kuzure tachi waza
Ushiro gesa gatame	Tate Shiho gatame	Basic kansetsu	Ashi gatame group	Shiai
Kata gatame	Kuzure tate shiho gatame	Ude garami group	Waki gatame group	Renroku-renraku waza
		Juji gatame group	Hara gatame group	Kaeshi waza
Ukemi		Ude gatame group		
Kumi kata	Harairi kata	Hiza gatame group	Nage no kata	Nage no kata
Tsukuri kuzushi			Te waza	All series
Kake			Koshi waza	
Shintai		Shiai	Ashi waza	

Tab. 4.3.1.2.2 .d, Technical Program for teaching, Kodokan 1967

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Te waza	Seoi nage (704)	Tai otoshi (416)	Ippon seoi nage (126)	Kata guruma (75)	Uki otoshi (70)	Sukui nage (9)	Morote gari (8)	Seoi otoshi (3)	Sumi otoshi (2)	Hiki otoshi (1)
Koshi waza	Harai goshi (546)	O goshi (352)	Tsurikomi goshi (331)	Uki goshi (215)	Hane goshi (143)	Utsuri goshi (26)	Koshi guruma (17)	Tsuri goshi (5)	Koshi nage (3)	Ushiro goshi (2)
Ashi waza	O soto gari (498)	O uchi gari (452)	Ko uchi gari (345)	Okuri ashi barai (266)	Sasae tsurikomi ashi (247)	Uchi mata (213)	De ashi harai (195)	Hiza guruma (178)	Ashi harai (90)	Kosoto gari (42)
Katame waza	Kesagatame (702)	Kami shiho gatame (572)	Yoko shiho gatame (556)	Kata gatame (251)	Tate shiho gatame (147)	Juji gatame (10)	Ude garami (1)			

Tab. 4.3.1.2.2 .e, Japan technical teaching frequency in Gym (1984)

Francia

Francia es después de Japón el país de judo más importante. Su organización federal es bien conocida en el mundo, y el deporte de judo en este país es como número de participantes entre los tres primeros lugares en este país con más de 5 millones de participantes en 2003.

Se dedicó mucho trabajo al desarrollo de los niños, pero el judo de élite está en continua evolución (ver todos los estudios científicos franceses y su aplicación en este libro).

En cuanto a los adultos, los arreglos de aprendizaje cognitivo-motor fueron desarrollados en un primer momento por el Sr. Kawaishi, quien reunió 61 técnicas en una progresión conectada con el creciente movimiento Tori a medida que el espacio y la dificultad de ejecución su clasificación choca con su disposición didáctica.

Hoy en día, la era Kawaishi es memoria histórica. La FFJDA hizo un nuevo Roku Kyo (6 lecciones) a nivel nacional, basado en los siguientes principios pedagógicos:

- Físico: valor educativo de algunos aprendizajes motores básicos como equilibrios específicos, combinación de movimientos potenciales, etc.
- Ejecuciones más fáciles y menos peligrosas.
- Desarrollo psicológico de los deportistas.

Este sistema de enseñanza conserva la nomenclatura clásica japonesa con una reorganización posterior y el estudio progresivo del ne-waza.

Ashi Waza	*Koshi Waza*	*Kata Waza*	*Te Waza*	*Sutemi Waza*
O soto gari	*Uki goshi*	*Kata seoi*	*Tai otoshi*	*Tomoe nage*
De ashi barai	*Kubi nage*	*Seoi nage*	*Uki goshi*	*Yoko tomoe*
Hiza guruma	*Tsuri goshi*	*Kata guruma*	*Kuki nage*	*Maki tomoe*
Ko soto gake	*Koshi guruma*	*Seoi otoshi*	*Hizi otoshi*	*Makkomi*
Ouchi gari	*Harai goshi*	*Hidari kata seoi*	*Sukui nage*	*Yoko gake*
Ko uchi gari	*Hane goshi*	*Seoi age*	*Mochiage otoshi*	*Tani otoshi*
Okuri ashi barai	*Ushiro goshi*		*Sumi otoshi obi otoshi*	*Sumi gaeshi*
Osoto guruma	*Tsuri komi goshi*		*Kata ashi dori*	*Uki waza*
Osoto otoshi	*Utsuri goshi*		*Rio ashi dori*	*Kani basami*
Ko soto gari	*Uchi mata*			*Yoko otoshi*
Sasae tsurikomi ashi	*O goshi*			*Hane makikomi*
Harai tsurikomi ashi	*Ko tsuri goshi*			*Ura nage*
Soto gake	*Guruma*			*Yoko guruma*
Ko uchi makikomi	*Yama Arashi*			*Yoko wakare*
Ashi guruma	*Obi goshi*			*Tawara gaeshi*

Tab 4.3.1.2.2 .f, Kawaishi Teaching arrangement 1964

VI Kyu	***Nage Waza*** *O goshi* *Ippon seoi nage* *O soto gari* *De ashi barai* *Hiza guruma* *Uki goshi* ***Katame Waza*** *Hon kesa gatame* *Yoko Shiho gatame* *Ushiro gesa gatame* *Kami Shiho gatame* *Tate Shiho gatame*	III Kyu	***Nage Waza*** *Kata guruma* *Tomoe nage* *Ko soto gake* *Uki otoshi* *Ashi guruma* ***Shime Waza*** *Kata juji jime* *Gyaku juji jime* *Nami juji jime* *Morote juji jime* *Hadaka jime* *Okuri eri jime* *Kata ha jime* *Sode guruma* *Ashi gatame* *Kata te jime*
V Kyu	***Nage Waza*** *Tsuri komi goshi* *Sode tsurikomi goshi* *Harai goshi* *Morote seoi nage* *Sasae tsurikomi ashi* *Ko uchi gari* *O uchi gari* ***Katame Waza*** *Kata gatame* *Kuzure kesa gatame* *Kuzure yoko shiho gatame* *Makura gesa gatame* *Kuzure kami shiho gatame* *Kuzure tate shiho gatame*	II Kyu	***Nage Waza*** *O guruma* *O soto otoshi* *O soto makikomi* *Harai tsurikomi ashi* *Uki waza* ***Kansetsu Waza*** *Ude garami* *Juji gatame* *Ude gatame* *Hiza gatame* *Waki gatame* *Hara gatame*
IV Kyu	***Nage Waza*** *Tai otoshi* *Okuri ashi barai* *Koshi guruma* *Uchi mata* *Ko soto gari* ***Katame Waza*** *Kuzure yoko shiho gatame bis* *Kuzure makura gesa gatame* *Kuzure kami shiho gatame* *Kuzure tate shiho gatame*	I Kyu	***Nage Waza*** *Yoko otoshi* *Utsuri goshi* *Yoko guruma* *Ushiro goshi* *Te guruma* ***Ne Waza*** ***Shiai***

Tab. 4.3.1.2.2.g, French Teaching arrangements (Roku Kyo)

Para el grado dan, la federación francesa FFJDA utiliza la nomenclatura aceptada por la federación internacional de judo IJF que se muestra en la siguiente tabla.

Koshi waza	Te waza	Ashi waza	Sutemi waza
			Ma sutemi waza
Hane goshi	Ippon seoi nage	Ashi guruma	
Harai goshi	Kata guruma	De ashi barai (harai)	Hkkikomi gaeshi
Koshi guruma	Kibisu gaeshi	Hane goshi gaeshi	Sumi gaeshi
O goshi	Kuchiki taoshi	Harai tsurikomi goshi	Tawara gaeshi
Sode tsurikomi goshi	Morote gari	Hiza guruma	Tomoe nage
Tsuri goshi	Obi otoshi	Ko soto gake	Ura nage
Tsurikomi goshi	Obitori gaeshi	Ko soto gari	
Uchi mata	Seoi nage	Ko uchi gaeshi	
Ushiro goshi	Morote seoi nage	Ko uchi gari	Yoko sutemi waza
Utsuri goshi	Seoi otoshi	O guruma	
	Sukui nage	Okuri ashi barai (harai)	Daki wakare
	Sumi otoshi	O soto gaeshi	Hane makikomi
	Tai otoshi	O soto guruma	Harai makikomi
	Te guruma	O soto otoshi	Ko uchi makikomi
	Uchi mata sukashi	O uchi gaeshi	O soto makikomi
	Uki otoshi	O uchi gari	Soto makikomi
	Yama Arashi	Sasae tsurikomi ashi	Tani otoshi
		Tsubame gaeshi	Uchi makikomi
		Uchi mata	Uchi mata makikomi
		Uchi mata gaeshi	Uki waza
			Yoko gake
			Yoko guruma
			Yoko otoshi
			Yoko tomoe nage
			Yoko wakare
Osaekomi waza	**Shime waza**	**Kansetsu waza**	
Hon kesa gatame	Ashi gatame jime	Ude hishigi ashi gatame	
Kami Shiho gatame	Gyaku juji jime	Ude hishigi hara gatame	
Kata gatame	Hadake jime	Ude hishigi hiza gatame	
Kesa gatame	Kata ha jime	Ude hishigi juji gatame	
Kuzure gesa gatame	Kata juji jime	Ude hishigi sankaku gatame	
Kuzure kami shiho gatame	Morote jime	Ude hishigi t e gatame	
Kuzure kesa gatame	Nami juji jime	Ude hishigi ude gatame	
Kuzure tate shiho gatame	Okuri Eri jime	Ude hishigi waki gatame	
Kuzure yoko shiho gatame	Ryo te jime	Ude garami	
Tate Shiho gatame	Sankaku jime		
Ushiro kesa gatame	Sode guruma jime		
Yoko Shiho gatame	Tsukkomi jime		

Tab 4.3.1.2.2.g, IJF technical Nomenclature FFJDA: dan program.

Inglaterra

El señor Koizumi, padre del judo británico, hizo un esfuerzo muy original en la clasificación cognitiva y técnica. Sin embargo, su paso en el sistema de aprendizaje motor no fue original. Hasta 1960, la progresión británica era muy similar al Go kyo con la extensión como método Kawaishi a seis niveles de enseñanza. Más original fue el esfuerzo realizado por Gleeson en el campo de la clasificación cognitiva, también desde el punto de vista de la lucha. En 1985, la estructura didáctica adoptada en Inglaterra estaba muy alejada de la japonesa y francesa: el número kyu (para niños) era 9 con 24 técnicas, pero para el primer Dan el programa tenía alrededor de 40 técnicas ordenadas por lógica secuencial.

9 kyu	*8 kyu*	*7 kyu*	*6 kyu*	*5 kyu*	*4 kyu*	*3 kyu*	*2 kyu*	*1 kyu*
Tai otoshi *Ouchi gari*	*Morote seoi nage* *Osoto gari*	*Ippon seoi nage* *Kosoto gari*	*Harai goshi* *Kosoto gari*	*Uchi mata* *Ko soto gake*	*De ashi barai* *Sumi gaeshi* *Sasae tsurikomi ashi*	*Okuri ashi barai* *Harai tsurikomi ashi* *Yoko guruma*	*Hiza guruma* *Makikomi* *Tani otoshi*	*Yama Arashi* *O guruma* *Ashi guruma*
Yoko Shiho gatame	*Kuzure yoko Shiho*	*Kami Shiho gatame* *Kuzure kami Shiho* *Juji gatame*	*Kesa gatame* *Okuri Eri jime*	*Kuzure kesa* *Ude garami*	*Tate Shiho* *Kuzure Tate Shiho*	*Kata gatame* *Juji jime*	*Mune gatame* *Waki gatame* *ushiro kesa*	*Makura kesa* *Sankaku gatame* *Ashi gatame* *Hiza gatame*

Tab. 4.3.1.2.2 .h, British Kyu Syllabus (1985)

Tachi waza				
O goshi *Uki goshi* *Tsuri goshi* *Tsurikomi goshi* *Tai otoshi* *Ippon seoi nage* *Morote seoi nage* *Seoi otoshi*	*Ashi guruma* *O guruma* *Harai goshi* *Hane goshi* *Uchi mata* *Harai makikomi* *Hane makikomi* *Soto makikomi*	*O soto gari* *Ko soto gari* *O uchi gari* *Ko uchi gari* *O uchi gake* *Ko soto gake* *O soto guruma* *Morote gari*	*De ashi barai* *Okuri ashi barai* *Sasae tsurikomi ashi* *Harai tsurikomi ashi* *Tsurikomim ashi* *Hiza guruma* *Uki otoshi* *Tomoe nage* *Sumi gaeshi*	*Kata guruma* *Koshi guruma* *Yama Arashi* *Tani otoshi* *Yoko otoshi* *Yoko wakare* *Yoko gake* *Uki waza*

Tab. 4.3.1.2.2.i. British Dan technical throwing knowledge (1985)

En los tiempos modernos, la BJA revisó profundamente todas las organizaciones británicas de enseñanza técnica del judo. La revolución más crítica basada en la visión pragmática inglesa fue la introducción de los arreglos técnicos de aprendizaje motor de muchas técnicas nuevas provenientes del estilo ruso. La aceptación de estas técnicas particulares no se considera en la clasificación del Kodokan (y en otras categorías como es posible ver en el párrafo anterior) pero aún así presente y aplicada a un alto nivel internacional fue el reconocimiento pragmático y obvio de la evolución agonística del judo.

Si el judo cambia, por una consecuencia lógica, la materia didáctica debe cambiar y ampliarse en todos los niveles de enseñanza. Esta es la razón por la cual se ampliaron las organizaciones de conocimiento tanto Kyu como Dan. Las mejoras

significativas en el arreglo moderno del kyu británico fueron el regreso a las "seis lecciones clásicas" como el Roku Kyo pero con diferentes contenidos, el aumento en el número de lanzamientos, de 21 a 41 y la introducción de varias técnicas de lanzamiento modernas, del estilo ruso.

En el plan de estudios de Dan, esta Revolución Cultural se relacionó con la introducción del grupo Kokusai Shiai Waza, una colección de 25 técnicas modernas japonesas nombradas por el Sr. Roy Inman y presentadas en la FIJ en 2007. En los tiempos modernos, la escuela inglesa de judo es el único país que ha mejorado el conocimiento técnico del judo en todos los niveles, desde principiante hasta el maestro.

6 kyu	*5 kyu*	*4 kyu*	*3 kyu*	*2 kyu*	*1 kyu*
O soto otoshi *De ashi barai* *Uki goshi*	*Tai otoshi* *Ippon seoi nage* *O uchi gari*	*Tsurikomi goshi* *O goshi* *Seoi otoshi* *Moroteseoi nage* *O soto gari* *Ko uchi gari* *Ko soto gake* *Ko soto gari*	*Harai goshi* *Uchi mata* *Sasae tsurikomi ashi* *Hane goshi* *Okuri ashi barai* *Morote eri seoi nage*	*Koshi guruma* *Tani otoshi* *Yoko guruma* *Tomoe nage* *Kata uchi ashi dori* *Soto kibisu gaeshi* *Kata guruma* *Morote gari* *Soto ashi dori ouchi gari* *Uchi kibisu gaeshi*	*Sode tsurikomi goshi* *Te guruma* *Ryo hiza seoi otoshi* *Sumi gaeshi* *Yoko gake* *Ko uchi gake mata makikomi* *Ushiro goshi* *Ura nage* *Uki otoshi* *Soto makikomi* *Yoko tomoe* *Kata hiza te ouchi gake ashi dori*
Kesa gatame *Mune gatame* *Kuzure kesa gatame*	*Tate Shiho gatame* *Yoko Shiho gatame* *Kami Shiho gatame*		*Ude gatame* *Waki gatame* *Jjuji gatame*	*Okuri eri jime* *Nami juji jime* *Gyaku juji jime* *Ude garami*	*Kata ha jime* *Hadaka jime* *Kata te ashi koshi jime* *Sangaku jime*

Tab. 4.3.1.2.2 .j, British Roku Kyo Syllabus (2005)

1st SET	*2nd SET*	*3rd SET*	*4th SET*	*5th SET*
Nage waza				
O goshi *Uki goshi* *Tsuri goshi* *Tsurikomi goshi* *Tai otoshi* *Ippon seoi nage* *Morote seoi nage* *Seoi otoshi*	*Ashi waza* *O guruma* *Harai goshi* *Hane goshi* *Uchi mata* *Harai makikomi* *Hane makikomi* *Soto makikomi*	*O soto gari* *Ko soto gari* *O uchi gari* *Ko uchi gari* *O uchi gake* *Ko soto gake* *Ko soto guruma* *Morote gari*	*De ashi barai* *Okuri ashi barai* *Sasae tsurikomi ashi* *Harai tsurikomi ashi* *Hiza guruma* *Uki otoshi* *Tomoe nage* *Sumi gaeshi*	*Kata guruma* *Koshi guruma* *Yama Arashi* *Tani otoshi* *Yoko otoshi* *Yoko wakare* *Yoko gake* *Uki waza*
Ne waza				
Hon kesa gatame *Kuzure kesa gatame* *Ushiro kesa gatame* *Makura kesa gatame* *Mune gatame* *Kata gatame*	*Hon kami shiho gatame* *Kuzure kami shiho gatame* *Hon yoko shiho gatame* *Kuzura yoko shiho gatame* *Hon tate shiho gatame* *Kuzure tate shiho gatame*	*Nami juji jime* *Gyaku juji jime* *Kata juji jime* *Tsukkomi jime* *Ryo te jime*	*Hadake jime* *Okuri eri jime* *Kata ha jime* *Sode guruma jime* *Koshi jime*	*Ude garami* *Juji gatame* *Ude gatame* *Hiza gatame* *Waki gatame*
Kokusai Shiai Waza				
Daki ko soto gaeshi *Soto kibisu gaeshi* *Uchi kibisu gaeshi* *Ryo hiza seoi otoshi* *Kata hiza tai otoshi*	*Morote eri seoi nage* *Kata soto ashi dori* *Kata uchi ashi dori* *Ryo ashi tomoe nage* *Kata hiza te ouchi gake ashi dori*	*Yoko tomoe nage* *Kata sode ashi tsurikomi goshi* *Soto mata seoi otoshi* *Ko uchi gake mata makikomi* *Kata eri sode tsurikomi goshi*	*Ushiro hiza ura nage* *Hiza soto muso* *Yoko kata guruma otoshi* *Mae hiza uranage* *Ryo hiza kata guruma*	*Morote kata tai otoshi* *Ashi Hara gatame* *Katate ashi koshi jime* *Soto ashi dori ouchi gari* *Kata sode seoi otoshi*

Tab. 4.3.1.2.2.k, British Dan Syllabus (2008)

Holanda

La única contribución original, pero hoy histórica, a los arreglos de aprendizaje motor, según el conocimiento del autor, fue organizada en Holanda por el Sr. Geesink, pero nunca se adoptó a nivel nacional en este país. Para entender el contenido se refiere a la Clasificación Cognitiva de Geesink.

Fase inicial Ne Waza, forma de sostener, ejercicios de ne-waza, responsabilidad Tori vs Uke	Acción de Tachi waza con un brazo
Grupo Kesa gatame, más ligero frente a más pesado Más pesado vs más ligero	Grupo Tachi waza con pierna
Ne waza grupo con brazo	Grupo Barai
Grupo Hishigi	Grupo Gari
Grupo Garami	Grupo Renraku waza
Shime waza grupo juji jime eri jime	Grupo Gonosen
Tachi waza, responsabilidad Tori vs Uke Técnicas de caída, combate	Nage no Kata

Tabla. 4.3.1.2.2.l, Enseñanza del arreglo del aprendizaje motor Geesink (1967)

Australia

Además, en el lejano EST, el judo está estructurado como el Kodokan, pero para Kyu con un número creciente y no decreciente como en Japón. La enseñanza está organizada en cinco lecciones de Go Kyo con el siguiente programa en el que se muestran únicamente lanzamientos, a los que hay que sumar los mismos osae waza, shimewaza y kansetsu waza del Kodokan.

Para la evaluación de calificación de Dan en Australia, el candidato debe poder ejecutar algunas técnicas adicionales, además de Go Kyo waza, Shimmeisho waza. El Shimmeisho No Waza se compone de 17 lanzamientos adicionales reconocidos por el Kodokan. Estos lanzamientos se suman a las variaciones (Kuzure como Eri seoi o morote seoi) de aquellos lanzamientos actualmente reconocidos dentro del Go Kyo No Waza.

1 kyu	*2 kyu*	*3 kyu*	*4 kyu*	*5 kyu*
De Ashi Harai	*Ko Soto Gari*	*Ko Soto Gake*	*Sumi Gaeshi*	*O Soto Guruma*
Hiza Guruma	*Ko Ouchi Gari*	*Tsuri Goshi*	*Tani Otoshi*	*Uki Waza*
Sasae Tsurikomi Ashi	*Koshi Guruma*	*Yoko Otoshi*	*Hane Makikomi*	*Yoko Wakare*
Uki Goshi	*Tsurikomi Goshi*	*Ashi Guruma*	*Sukui Nage*	*Yoko Guruma*
O Soto Gari	*Okuri Ashi Harai*	*Hane Goshi*	*Utsuri Goshi*	*Ushiro Goshi*
O Goshi	*Tai Otoshi*	*Harai Tsuri Komi Ashi*	*O Guruma*	*Ura Nage*
O Ouchi Gari	*Harai Goshi*	*Tomoe Nage*	*Soto Makikomi*	*Sumi Otoshi*
Seoi Nage	*Uchi Mata*	*Kata Guruma*	*Uki Otoshi*	*Yoko Gake*

Tab. 4.3.1.2.2 .m, Australia Go Kyo grading

Te waza	*Koshi waza*	*Ashi waza*	*Yoko sutemi waza*	*Shimmeisho no waza*
Morote Gari	*Dakiage*	*Tsubame Gaeshi*	*O Soto Makikomi*	*Seoi Otoshi*
Kuchiki Taoshi		*O Soto Gaeshi*	*Uchi Mata Makikomi*	*Obi Otoshi*
Kibusi Gaeshi		*O Ouchi Gaeshi*	*Harai Makikomi*	*Kouchi Gaeshi*
Uchi Mata Sukashi		*Ko Ouchi Gaeshi*		*Yama Arashi*
		Harai Goshi Gaeshi		*Sode Tsuri Komi Goshi*
		Hane Goshi Gaeshi		*O Soto Otoshi*
		Uchi Mata Gaeshi		*Ken Ken Uchi Mata*
				Hikkomi Gaeshi
				Tawara Gaeshi
				Daki Wakare
				Ichi Makikomi

Tab. 4.3.1.2.2 .n, Dan Grading Australia.(2006)

Canadá

Este país muestra un apasionante y avanzado curso de coaching dividido en tres niveles. Tal y como se recuerda en las clasificaciones. La metodología de enseñanza Roku kyo es similar al japonés clásico en seis Kyu. Diferente es el programa solicitado para la calificación dan.

Te waza	*Koshi waza*	*Ashi waza*	*sutemi waza*	*Shimmeisho no waza*
Tai otoshi	*Uki goshi*	*Hiza guruma*	*Ma sutemi waza*	*Morote gari*
Seoi nage *Ippon seoi nage*	*Tsurkomii goshi* *Sodetsurikomi goshi*	*O uchi gari*	*Tomoe nage* *Ura nage*	*Kuchiki daoshi* *Kibisu gaeshi* *Uchi mata sukashi*
Kata guruma	*Harai goshi*	*O soto gari*	*Sumi gaeshi*	*Dakiage*
Uki otoshi	*Hane goshi*	*Sasae tsurikomi ashi*	*Hikkikomi gaeshi*	*Tsubame gaeshi*
Sumi otoshi	*O goshi*	*Harai tsurikomi ashi*	*Tawara gaeshi*	*O soto gaeshi*
Sukui nage	*Ushiro goshi*	*Okuri ashi harai*	*Yoko sutemi waza*	*O ouchi gaeshi*
Obi otoshi	*Tsuri goshi* *Ko tsuri goshi* *O tsuri goshi*	*De ashi harai*	*Uki waza* *Yoko gake* *Yoko guruma*	*Ko Ouchi Gaeshi*
Seoi otoshi	*Utsuri goshi*	*Ko uchi gari*	*Tani otoshi*	*Hane goshi gaeshi*
Yama Arashi	*Koshi guruma*	*Ko soto gari*	*Yoko wakare*	*Harai goshi gaeshi*
		Ko soto gake	*Yoko otoshi*	*Uchi Mata Gaeshi*
		Ashi guruma	*Hane makikomi*	*Obi tori gaeshi*
		Uchi mata	*Soto makikomi*	*O soto makikomi*
		O guruma	*Uchi makikomi*	*Uchi mata makikomi*
		O soto guruma		*Harai makikomi*
		Osoto otoshi		*Daki wakare*

Tab. 4.3.1.2.2 .o, Canada Dan Syllabus (2006)

España

La Federación Española (Real Federación Española), con una Federación bien desarrollada y mucha gente de muy alto nivel entre entrenadores, investigadores y atletas, presenta un programa más clásico para la calificación Dan; sin embargo, este programa está actualmente bajo revisión, pero el nuevo programa aún no se ha propuesto hasta ahora.

1st dan	*2nd dan*	*3rd dan*	*4th dan*	*5th dan*
Nage waza				
De ashi harai *Hiza guruma* *Okuri ashi harai* *Sasae tsurikomi ashi* *Uchi Mata* *O soto gari* *O uchi* *Uki goshi* *Harai goshi* *Tsurikomigoshi* *Uki otoshi* *Tai otoshi* *Seoi nage* *Kata guruma*	*Ko uchi gari* *Ko soto gari* *Ko soto gake* *Ashi guruma* *Koshi guruma* *Tsuri goshi* *Hane goshi* *Tomoe nage* *Ura nage* *Sumi gaeshi* *Yoko gake* *Yoko guruma* *Uki waza*	*Harai tsurikomi ashi* *O soto otoshi* *O guruma* *Ushirogoshi* *Utsuri goshi* *Seoi otoshi* *Sukui nage* *Kuchiki Taoshi* *Morote gari* *Sotomakikomi* *Uchimakikomi* *Yoko otoshi* *Tani otoshi*	*O soto guruma* *O soto gaeshi* *O uchi gaeshi* *Ko uchi gaeshi* *Sumi otoshi* *Kibisu gaeshi* *O soto makikomi* *Uchi Mata makikomi* *Hane makikomi* *Harai makikomi* *Tawara gaeshi*	*Hane goshi gaeshi* *Harai goshi gaeshi* *Uchimata gaeshi* *Tsubame gaeshi* *Yama Arashi* *Uchimata sukashi* *Obi otoshi* *Yoko wakare* *Daki Wakare* *Hikkomi gaeshi*
Ne waza				
Hon kesa gatame *Yoko Shiho gatame* *Tate Shiho gatame* *Kami Shiho gatame* *Kata juji jime* *Gyaku juji jime* *Nami juji jime* *Hadaka jime* *Ude garami* *Ude hishigi juji gatame*	*Kuzurekesa gatame* *Kata gatame* *Kuzure kami Shiho* *Okuri eri jime* *Kata ha jime* *Ude hishigi ude gatame* *Ude hishigi waki gatame*	*Ryote jime* *Tsukkomi jime* *Ude hishigi hiza* *Udehishigi hara*	*Kata te jime* *Sode guruma jime* *Ude hishigi sankaku gatame*	*Sankaku jime* *Ude hishigi ashi gatame* *Ude hishigi te gatame*

Tab. 4.3.1.2.2 .p, Spanish Dan Syllabus (2016)

Consejos para los profesores

Los profesores pueden enfrentarse a muchas situaciones diferentes. La optimización del judo ayuda al grado mínimo de información que un profesor o un entrenador puede dar a sus alumnos o atletas para proporcionar la información correcta y un nivel suficiente de conocimiento del judo. Como se vio en el primer capítulo, el judo es un deporte de doble situación, y su optimización es muy complicada, pero la mejor manera tanto para los entrenadores como para los profesores es aplicar la biomecánica cualitativa con la ayuda de las enseñanzas de Kano.

La biomecánica cualitativa ayuda a encontrar la forma correcta de enseñar, dividiendo la situación del judo en dos áreas principales: club y competición. Es fácil entender que la enseñanza en un club es una situación estática organizada para enseñar a los estudiantes a aplicar las técnicas de Judo paso a paso de condiciones estáticas a dinámicas. La enseñanza en el club de estudiantes aficionados de judo se basa en la metodología adecuada de Kano. El objetivo principal es aplicar movimientos que ahorren energía, y todas las técnicas de judo ahorran energía si se usan de la manera correcta.

Si hablamos de atletas a nivel Nacional e Internacional, el objetivo no es el ahorro de energía, sino que la máxima efectividad es la forma correcta de ganar. Sobre estas bases, es posible establecer las herramientas mínimas adecuadas a aplicar en un club para entrenar a estudiantes aficionados o atletas que compiten a nivel nacional hasta campeonatos de alto rendimiento.

- **Herramientas para una metodología básica <u>de entrenamiento del club</u>**

  Para el acondicionamiento: gimnasia de judo normal

  Como Entrenamiento Técnico: Entrenamiento Clásico Japonés Secuencia de Seis Pasos:

1) Tandoku Renshyu (entrenamiento de sombras)

2) Sotay Renshyu (entrenamiento libre sin la resistencia de Uke)

3) Uchi Kami (Entradas a repetición)

4) Yaku Soku Geiko (Entrenamiento de oportunidad)

5) Kakari Geiko (Entrenando con la oposición de Uke)

6) Randori (pelea libre sin ganador)

- **Herramientas para una metodología básica a <u>nivel nacional (competitivo)</u>**

  Para el Acondicionamiento: Entrenamiento lineal con periodización correcta o periodización en bloque.

  Como Preparación Técnica: Estudio profundo de "Rompiendo/rompimiento de Simetría" en competición, Estudio de Alta Especialización de 1 o 2 Lanzamientos en situaciones variadas: Situación de competición, Velocidad y Agarres. Ne Waza Clásico,

  Herramientas para Atletas de Alto Nivel: Para el Acondicionamiento de la periodización de entrenamiento no lineal (ondulante) y la solución de planificación de entrenamiento específica personalizada, acelerar los reflejos mediante el entrenamiento visual, la recuperación activa, el aumento de la atención, etc.

  Como Preparación Técnica: Lucha de Agarre "Útil", Lanzamientos Conectados Efectivos (combinaciones hacia adelante-atrás), Estudio de herramientas complementarias útiles, Implementación/Variación de Tokui Waza, conexión de pie para lay, especialización en Ne Waza, Construcción de Nuevos Lanzamientos, etc.

Fortalecimiento Psicológico:

Análisis del partido: Exploración profunda del adversario y análisis constante de los propios errores.

En este campo es interesante el esfuerzo de la Federación Francesa de Judo por integrar y conectar las necesidades de los judokas de alto nivel con las necesidades de los jóvenes judokas, presentado en Porec por Patric Roux y Baudry. El enfoque se basa en una experiencia similar tomada del Rugby (Lambertin) para un entrenamiento físico y técnico integrado.

La Federación Francesa de Judo construyó y desarrolló un circuito de entrenamiento específico basado en las habilidades técnicas fundamentales y la variabilidad. Esto significa que los pasos de entrenamiento clásico japonés se organizaron en el entrenamiento de circuito: tandoku renhsu, uchi komi & nage komi, kakari geiko & yaku soku geiko, randori, organizados en circuitos y alternados con ejercicios físicos simples se utilizaron para un entrenamiento físico y técnico integrado en cada nivel.



Fig .4. 3.1.2.1. f.g.h Example of Integrated physical, technical training.

Otra herramienta esencial para discriminar la práctica entre deportistas jóvenes, de nivel Nacional y de Alto Rendimiento en el método francés es (de acuerdo con la información anterior sobre los métodos ondulantes) es el número de tareas y el orden de las mismas.

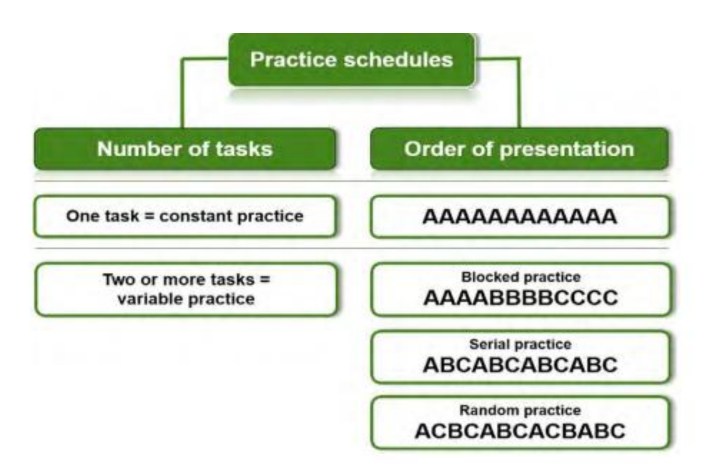


Fig .4. 3.1.2.1. i. Integrated physical, technical training order of tasks increasing the difficulty

Pero ¿qué tipo de capacidad de adquisición está relacionada con estas diferentes disposiciones de tareas? Es interesante que desde lo simple a lo complejo (de los atletas jóvenes a los de alto nivel). Este tipo de entrenamiento siempre pierde más la capacidad de adquisición cambiando en un entrenamiento técnico complejo, capaz de entrenar una diversificación beneficiosa para los atletas de alto nivel, como se muestra en la siguiente figura.

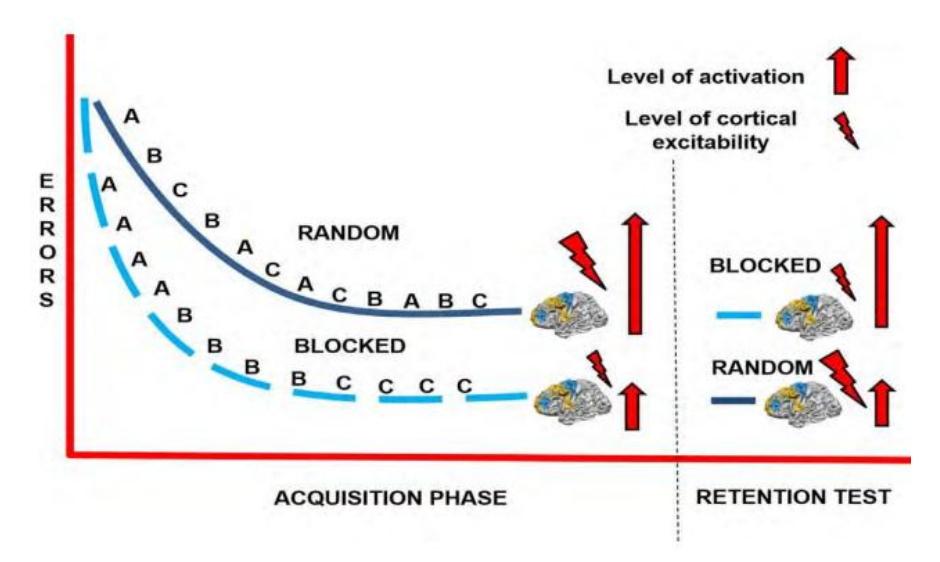


Fig .4. 3.1.2.1. i. Integrated physical, technical training order of tasks acquisition and retention (Lage et al. 2015)

4.3.2 Métodos técnicos de enseñanza para el enfoque biomecánico moderno de los atletas de élite

La pedagogía se ocupa del estudio de los métodos de enseñanza, incluidos los objetivos educativos y la forma en que se pueden lograr dichos objetivos. Las metodologías de enseñanza que un profesor elija utilizar deben seguir los siguientes "objetivos" didácticos:

• El *conocimiento* se refiere al dominio cognitivo.

  • Saber = conocimiento teórico puro del lanzamiento

  • Saber Hacer = la aplicación de los movimientos correctos para lanzar.

• Las *actitudes* se refieren al dominio afectivo que incluye "los valores, creencias, prejuicios, emociones y expectativas de rol del alumno que pueden influir en la gestión de las competiciones".

• Las *destrezas* son las habilidades reales para poner en práctica los conocimientos motores específicos del lanzamiento (rendimiento).

  • Mostrar cómo = demostrar la capacidad de usar lanzamientos específicos o adoptar actitudes particulares para obtener una excelente posición para lanzar en competición

  • Hacer = demostrar en su lucha que ha adquirido una excelente capacidad de lanzamiento

El enfoque metodológico de la enseñanza basado en la biomecánica se basa en los mismos principios pedagógicos pero en diferentes contenidos. Está lleno de información avanzada en profundidad, principalmente sobre técnicas de lanzamiento y su conexión o ejecución. Es posible entender que un profesional competente es excelente y suficiente para el Go Kyo. Pero para deportistas avanzados o de élite es mejor especializarse en base a la biomecánica. La información se da con una metodología más compleja, progresiva pedagógicamente, normalmente no secuencial como el Go Kyo pero más flexible y adaptable a las diferentes necesidades de los deportistas. La ventaja primordial obtenida por la biomecánica es identificar la mayor parte del conocimiento interno presente en el judo. Por ejemplo, el análisis biomecánico de lanzamientos ya nos ha demostrado que todos los lanzamientos de judo se basan en solo dos principios de física y se aplican mediante dos herramientas. 1. La cupla de fuerzas 2. La palanca

Uchi Mata es el mismo movimiento que O Soto Gari. Mientras que Khabarelli es el movimiento opuesto de Tori en el mismo plano de simetría sagital (Gyaku Uchi Mata). Esta capacidad de resumir el problema desde un punto de vista más orgánico nos permite comprender la mejor y útil información que se puede obtener de la biomecánica para construir un método técnico de enseñanza avanzado. Es posible abordar el problema desde dos puntos de vista: Experimental y Teórico. A continuación, podemos dar dos ejemplos de estos enfoques.

- Experimental

Hoy en día, hasta donde sabemos, existe el equipo francés de mecánica de gestos deportivos de la Universidad de Poitiers, el más avanzado en estudios biomecánicos experimentales sobre técnicas de judo. Este equipo trabaja arduamente para construir una nueva progresión técnica o metodología de enseñanza basada en el conocimiento biomecánico de su laboratorio. Algunas de las ponencias presentadas en la octava edición de JORRESCAM 2006 (Journee de Reflexion et de recherché sur le Sports de Combat et les Arts Martiaux) muestran los antecedentes de su enfoque.

La utilización conectada de la tecnología Saga, la cámara 3D y las plataformas de fuerza puede proporcionar información cinética y cinemática completa sobre el complejo movimiento de las técnicas de lanzamiento. Durante estas experiencias, se analizaron las fuerzas de interacción en los Sistemas de Pareja de Atletas y se seleccionaron los elementos esenciales comunes de las Técnicas Racionales Deportivas de Lanzamiento. (Véase: Invariantes de acción 8.2 y Biomecánica 5.2.1). La evaluación de los esfuerzos articulares producidos por los músculos que actúan sobre el movimiento focaliza la atención tanto en la preparación muscular específica como en la seguridad articular como prevención de accidentes. Los resultados confirmaron el conocido teorema de la biomecánica o el "Teorema del movimiento a través de las cadenas cinéticas" (véase también la paradoja de los agarres), que dice: "Todo movimiento o acción está relacionado con la transferencia de fuerza/energía del suelo a las piernas, a través de la cintura y el tronco, de los brazos a las manos" o, en palabras científicas, a partir del suelo: "de distal a proximal por cintura y tronco de proximal a distal". La importancia de las cadenas cinéticas, tanto inferiores como superiores, y su correlación optimizada por "núcleo" es la base de un excelente movimiento técnico.

El otro hallazgo importante fue el análisis exacto paso a paso de la rotación de los pies y la cintura y después de la rotación del tronco durante la fase tsukuri. Es fascinante que el análisis de la evolución temporal de las fuerzas para los atletas del lado derecho proporcione información sobre el inicio simultáneo del tirón con un brazo y hombro izquierdo un poco más fuertes y constantes, superados solo por un pico un poco más alto desde el lado derecho en el instante de lanzamiento. En la siguiente figura, se reporta la evolución en el tiempo de las fuerzas aplicadas por los agarres.

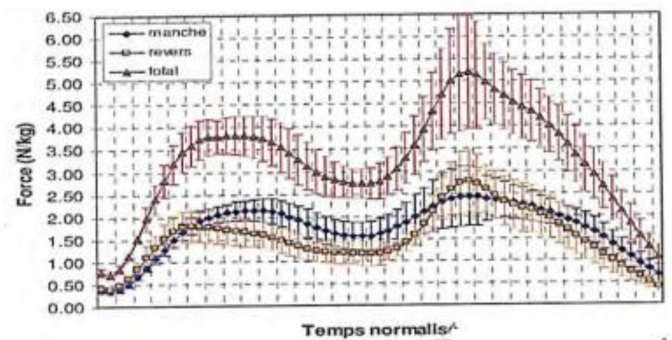


Fig. 4.3.2.a Evolution of grips forces in time

Los resultados de este análisis biomecánico en profundidad del lanzamiento de judo, en relación con los "Invariantes de Acción" identificados, dieron la dirección correcta a los investigadores franceses para construir dos áreas de aprendizaje cruciales en la metodología de enseñanza: la primera área está relacionada con la evaluación de la habilidad técnica de los atletas (para cada lanzamiento) mediante un análisis de evaluación de movimiento específico como se muestra en la siguiente tabla.

		Presencia/Ejecución				
Lanzamiento:	Suwari Seoi	Ausente	Baja	Media	Alta	Excelente
Kuzushi	Inclinación previa					
Tsukuri	Inclinación vertical hacia abajo					
	Giro de caderas y hombros					
	Inclinación del eje de giro final					
Kake	Flexión del tronco/caderas					
	Propulsión hacia adelante					
	Cierre de hombros y caderas					

Pestaña. 4.3.2.a, Ejemplo de hoja de control propuesta para jugadores de judo franceses

La segunda está conectada con la pedagogía de la metodología de enseñanza, por algunos métodos de formación específicos y, lo que es más importante, por centrarse en los elementos principales para el aprendizaje del judo. Véanse las siguientes figuras.



Fig. 4.3.2 .b.c.d.e.f, Ejemplo de entrenamiento desarrollado sobre datos Biomecánicos: Necesidad del deportista de adquirir la inclinación corporal adecuada

En 2025, se presentaron los principales resultados en esta área de los estudios biomecánicos realizados en Francia, "Los principales elementos para el aprendizaje del judo" (exposición de pósteres de la EJU 2015). El resultado fue la determinación de cuatro mecanismos que pueden establecer acciones prácticas en el judo tanto en Tachi waza como en Ne waza. Este trabajo también se centra en la integración de estos mecanismos en un método de enseñanza adaptado a diferentes edades: jóvenes y niños. En concreto, estas investigaciones tratan de encontrar los mecanismos de acción para definir el contenido didáctico y los criterios de rendimiento de un método de enseñanza del judo. En las siguientes figuras, las cadenas cinéticas superiores permiten ajustar: el grado de control, el espacio de conducta del adversario, el desequilibrio, la distancia de combate, y obtener información del oponente. Y la trilogía principal de técnicas de lanzamiento.

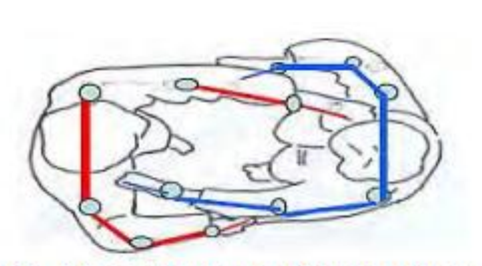


Fig.4.3.2.g Horizontal Kinetic Chains

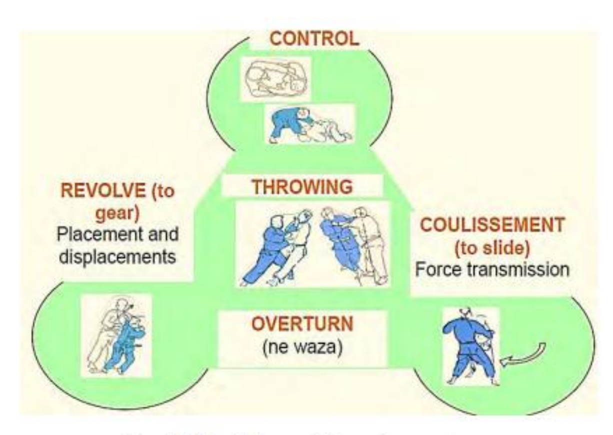


Fig.4.3.2.h. Trilogy of throwing system.

- Teórico

El segundo enfoque, seguido principalmente por el autor, está vinculado al sistema académico. El llamado método global. Este método ve el problema de enseñanza como un todo y trata de construir una estructura pedagógica avanzada, que se basa en una base biomecánica fáctica. El método centrado en el crecimiento técnico será más largo en el tiempo, pero dirigido al crecimiento de todo el equipo, el estudio personal solitario es bueno, pero el peligro debe ser la posibilidad de un enfoque estereotipado que no evoluciona a los problemas sutiles y cambiantes de la competición. El método global suele ser más flexible y debería ser posible de usar, con todo tipo de atleta de élite bien adaptado con pocos ajustes "ad hoc". Supongamos que vemos la estructura general de este método. En ese caso, debemos recordar que estamos hablando de un tipo particular de conocimiento (tanto teórico como experimental) específico para la superación de las "situaciones" que se presentan en las competiciones, y el objetivo correcto que se persigue debe ser el crecimiento armónico de todo el equipo de atletas de élite. Para enseñar/aprender el "conocimiento del lanzamiento", los siguientes pasos son adecuados:

1. Explicación biomecánica teórica avanzada de los lanzamientos
2. Ejecución interactiva con diferentes compañeros como Tori y Uke en la misma técnica
3. Análisis de la ejecución por fuerzas de diferente dirección para lanzar con el mismo tokui waza.
4. Materiales audiovisuales con retroalimentación (por ejemplo, CD ROM, cintas de vídeo)
5. Casos de estudio
6. Investigación individual (estudio de simetría de ruptura, diferentes agarres, diferentes tiempos, diferentes velocidades de cambio, diferentes invariantes de acción, diferentes invariantes de competición)
7. Discusión grupal y evaluación desde diferentes puntos de vista
8. Randori temático especial

Los siguientes son adecuados para aprender sobre las "actitudes para lanzar":

1. Exploración de actitudes personales (aplicación de la técnica al ritmo preferido e invariantes de la competición)
2. Discusión y evaluación grupal desde diferentes puntos de vista.
3. Promoción de actitudes como la "apertura" y no un enfoque técnico estandarizado
4. Trabajo de estera: diferentes renzoku y renraku, conexión Tachi waza – Ne waza

Los siguientes son adecuados para las habilidades de enseñanza/aprendizaje:

1. Simulaciones como entrenamiento fantasma
2. Aplicación de lanzamientos supervisados
3. La evolución técnica del tokui waza
4. Grabación en vídeo de competiciones reales y aplicaciones para retroalimentación.
5. Listas de verificación y folletos como directrices para las buenas prácticas
6. Discusión grupal y evaluación desde diferentes puntos de vista
7. Competiciones de alto nivel.

La fase final del programa implica el estudio cuidadoso y profundo de una serie de conceptos innovadores. A partir del análisis biomecánico, se puede etiquetar de la siguiente manera:

1) Entrada polivalente. - Conectado al estudio de invariantes de acción y ruptura de simetría

2) Movimiento unificado. -Conectado a los principios físicos de lanzamiento (Palanca o Cupla)

3) Empuñadura multiusos. - Conectado a los Invariantes de la Competición, rompiendo el estudio de simetría.

El objetivo de estos conceptos es proporcionar a los deportistas de élite en competición herramientas especiales muy flexibles que puedan cubrir un amplio abanico de situaciones diferentes; esto significa que estas herramientas pueden ser desarrolladas en diversas técnicas dependiendo de la "situación" específica producida en el sistema biomecánico "Pareja de atletas". La metodología de enseñanza para la competición de lucha se muestra en el siguiente diagrama ambos: principios de aprendizaje cognitivo y motor y principios pedagógicos.

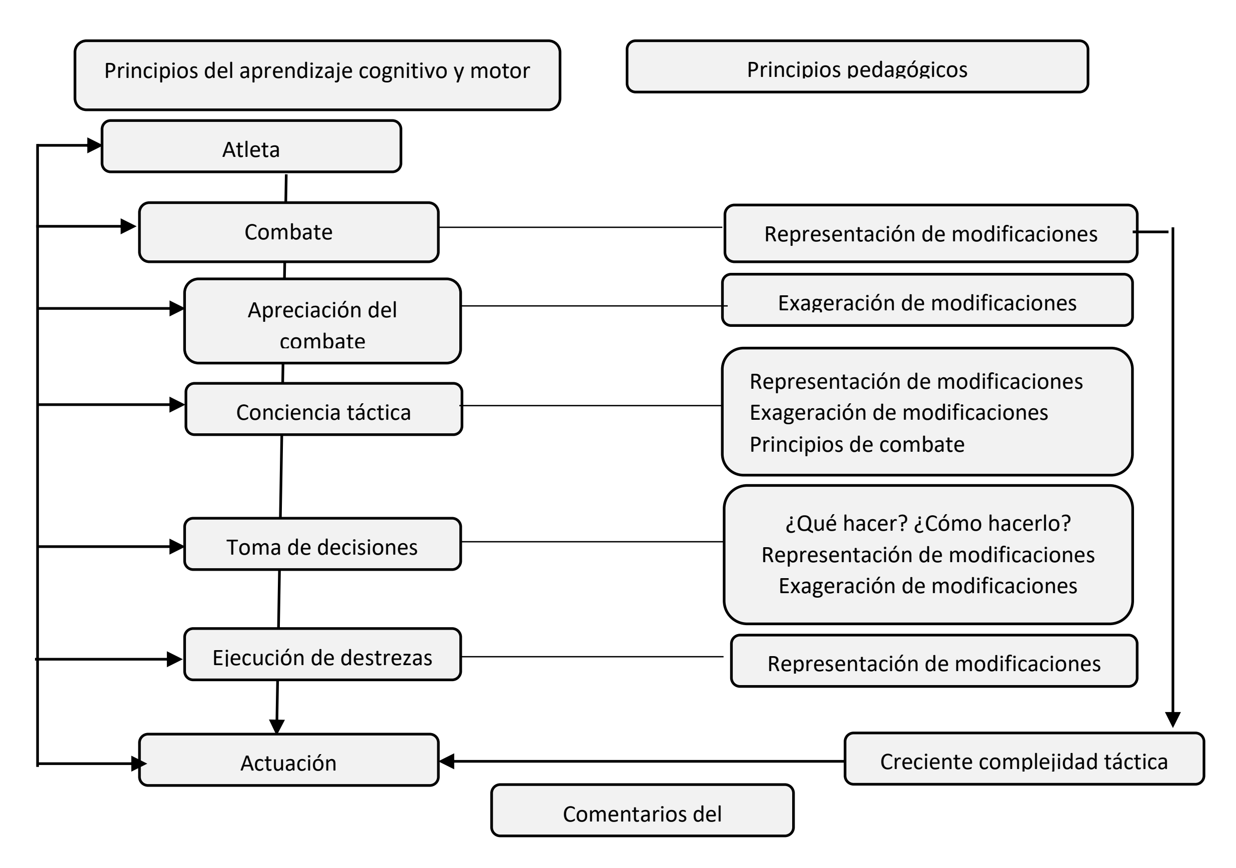


Fig. 4.3.2.g. Adquisición técnica de combate

Bibliografía

[1] Abed, K.El., Trabelsi K., Latiri I., Hakim A., Tabka Z., Zbidi A. Effects of anaerobic exercise on the status of enzymatic antioxidants among Judo athletes during recovery level. Science & Sports,Volume 24, Issue 1, Pages 36-39, 2009.

[2] Ali, S., Basharat A., Shah M. Chaotic Invariants for Human Action Recognition. IEEE International Conference on Computer Vision (ICCV), Rio de Janeiro, Brazil, 2007.

[3] Almansbaa, R., Franchini E., Sterkowiczc S. An Uchi-Komi With Load, A Physiological Approach of a New Special Judo Test Proposal. Science & Sports 22, 216–223, 2007.

[4] Amtmann, J.E., Cotton A. Strength and Conditioning for Judo. National Strength and Conditioning Association Volume 27, Number 2, pages 26–31, 2005.

[5] Bartolomei S, Hoffman J, Merini R, Stout J, A Comparison of Traditional and Block Periodized Strength Training Programs in Trained Athletes Journal of Strength and Conditioning Research 2014

[6] Bishop, D. The Effects of Travel on Team Performance in The Australian Netball Competition. Australian Conference of Science and Medicine in Sport 2002: Sports Medicine and Science at the Extremes, 2002.

[7] Blais, L., Trilles F. The Progress Achieved by Judokas After Strength Training with A Judo-Specific Machine. Journal of Sports Science and Medicine CSSI, 132-135, 2006.

[8] Boccardelli, B. "La Preparazione Fisica Del Judoka: Mezzi E Metodi Per Lo Sviluppo Della Forza Muscolare". Tesi Di Laurea In Discipline Di Combattimento (Teoria, metodologia e pratica dell'allenamento degli sport di combattimento), Università Degli Studi Di Cassino, Facoltà Di Scienze Motorie, a.a. 2003-2004.

[9] Bompa T, Buzzichelli C, Periodization training for sports Human Kinetics ISBN: 978-1-4504-6943- 2, 2015

[10] Bratić, M., Drid P., Nurkić M., Obadov S. The Effects of Specific Preliminary Exercises on The Quality of Knowledge and Execution Success Of Judo Techniques. Facta Universitatis Series: Physical Education and Sport Vol. 4, No 2, pp. 125 – 135, 2006.

[11] Bratic, M., Radovanovic D., Nurkic M. The Effects of Preparation Period Training Program on Muscular Strenght Of First-Class Judo Athletes. Acta Medica Medianae, Vol.47, 2008.

[12] Bratić, M. The Quantitative Changes That Originated from The Application of Different Methodological Procedures in The Process of Acquiring And Improving Complex Motoric Movements In Judo. Facta Universitatis Series: Physical Education Vol. 1, No 5, pp. 39 – 45, 1998.

[13] Brousse, M., Villamón M., Molina, J.P. El judo en el contexto escolar. En: Villamón, M. (dir.) Introducción al judo (pp. 183-199). Barcelona: Hispano Europea. ISBN: 84-255-1296-4, 1999.

[14] Brown, L.E., Greenwood M. Periodization Essentials and Innovations in Resistance Training Protocols. National Strength and Conditioning Association, Volume 27, Number 4, pages 80–85, 2005.

[15] Buśko, K., Nowak A. Changes of Maximal Muscle Torque and Maximal Power Output of Lower Extremities in Male Judoka During Training. Human Movement, vol. 9 (2), 111–115, 2008.

[16] Cadiere R, Trilles B, Colin T, The main elements for the learning of judo EJU Poster Exhibition 2015

[17] Carter, J.B., Banister E.W., Blaber A.P. Effect of Endurance Exercise on Autonomic Control of Heart Rate. Sports Med; 33 (1): 33-46, 2003.

[18] Chau, N.P., Chanudet X., Bauduceau B., Gautier D., Larroque P. Fractal Dimension of Heart Rate and Blood Pressure in Healthy Subjects and in Diabetic Subjects. Blood Pressure, 2: 101-107,

[19] Carratala Deval V, Palla E G, Judo Del descubrimientoa la formacion Ed Federation Galliega de Judo ISBN 13: 978-84-614-4203-4, 2011

[20] Dopico Calvo X, Iglesias –Soler E, Carballeira E, Classification of Judo motor skills; tactical and motor criteria approach, Archives of Budo Vol 10, 2014.

[21] Fadel, P.J., Barman S.M., Phillips S.W., Gebber G.L. Fractal fluctuations in human respiration. J Appl Physiol 97, 2056–2064, 2004.

[22] Franchini E, Branco B, M Agostinho, Calmet M, Candau R. Influence of linear and undulating strength periodization on physical fitness, physiological and performance responses to simulated judo matches Journal of Strength and Conditioning Research 2014

[23] García García J M, Rendimiento en Judo On X Sport ISBN 978-84-940254-0-2, 2012

[24] Gasperini, D., Scaringella S., Distaso M., Villani R. Fighting Sports Project 2000: Creating A Software for Training Programming in Combat Sports. www.combatsportresearch.it/documenti/.../poster_project2000.pdf

[25] Gharbi, A., Chamari K., Kallel A., Ahmaidi S., Tabka Z., Abdelkarim Z. Lactate kinetics after intermittent and continuous exercise training. Journal of Sports Science and Medicine 7, 279-285, 2008.

[26] Gold, T. Schnelle neuromuskuläre Innervationsmuster bei azyklischen Bewegungen. Die Analyse schneller Armzugbewegungen im Judo. Dissertation zur Erlangung des akademischen Grades Doktor der Sozialwissenschaften in der Fakultät für Sozial- und Verhaltenswissenschaften der Eberhard-KarlsUniversität Tübingen, 2004.

[27] Gongora, J.B. Evolucion de la fuerza muscular del tren superior en sucesivos combates de judo. Tesis doctoral, Universidad de Granada, 2007.

[28] Gomes, F.R.F., Meira Jr., C.M., Shimoda W.K., Tani G. Validação De Uma Lista De Checagem Para Análise Qualitativa Do Padrão De Movimento Do Golpe De Judô Tai Otoshi. Academos, v. IV, p. 12-27, 2008.

[29] Greco, P.J., Viana J.M. Os Princípios Do Treinamento Técnico Aplicados Ao Judô E A InterRelação Com As Fases Do Treinamento. Revista da EDUCAÇÃO FÍSICA/UEM 8(1): 37-43, 1997.

[30] Hautala, A. Effect of Physical Exercise on Autonomic Regulation of Heart Rate. Academic Dissertation, Department of Internal Medicine, University of Oulu, Laboratory of Physiology Merikoski Rehabilitation and Research Centre, 2004.

[31] Hoppeler, H., Flück M. Review Normal mammalian skeletal muscle and its phenotypic plasticity. The Journal of Experimental Biology 205, 2143–2152, 2002.

[32] Ishi T, Ae M, Comparison of Kinetics of The Leg Joints in Seoi-Nage Between Elite and College Judo Athletes 33rd International Conference on Biomechanics in Sports, Poitiers, France, June 29 - July 3, 2015

[33] Ishikawa T, Draeger D, Judo Training methods a sourcebook Tuttle Publishing 1999

[34] Issurin V. New Horizons for the methodology and Physiology of training periodization Sports Med 2010

[35] Issurin, V.B., Tenenbaum G. Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. Journal of Sports Sciences, 17, 177-182, 1999.

[36] Juki, I., Milanovi D., Markovi G., Milanovi L., Šimek S., Gregov C. Scientific and Practical Approach to Physical Conditioning of Athletes. Serbian Journal of Sports Sciences, 1(4): 116-121, 2007.

[37] Kazan I, The Clinical Handbook of Biofeedback Wiley & Sons ISBN 978-1-119-99371-1. 2013

[38] Koprivica V, Block Periodization – A Breakthrough or A Misconception Sportlogia 2012

[39] Koury, J.C., De Oliveira C.F., Portella E.C., Oliveira Junior A.V., Donangelo C.M. Effect of the Period of Resting in Elite Judo Athletes Hematological Indices and Copper/ Zinc-Dependent Antioxidant Capacity. Biological Trace Element Research, Vol. 107, 2005.

[40] Krstulovi, S., Zuvela F., Katic R. Biomotor Systems in Elite Junior Judoka. Coll. Antropol. 30, 4: 845–851, 2006.

[41] Kudoh, S. Balance Maintenance for Human-Like Models with Whole Body Motion. A Doctoral Thesis, Submitted to the Department of Computer Science the Graduate School of Information Science and Technology the University of Tokyo on December 16, 2004.

[42] Landow L Ultimate conditioning for martial arts, Human Kinetics ISBN: 978-1-4925-0615-7, 2016

[43] Lech, G., Sterkowicz S., Rukasz W. Wójcik I. The level of achievements as well as technical and tactical schooling of junior judoka. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006

[44] Lee, S.B., Hong J.H., Lee T.S. Analysis of Physical Activities in Wu-Shu Training. Proceedings of the 29th Annual International Conference of the IEEE EMBS Cité Internationale, Lyon, 2007.

[45] Liebenson C, Functional training Handbook, Kluwer ISBN 978-1-58255-920-9, 2015

[46] Lien, C.H., Tang, W.T. Dynamic Stability Strategy for Elite Judoka In Balance Control for Anterior and Posterior Perturbations. ISB XXth Congress - ASB 29th Annual Meeting July 31 - August 5, Cleveland, Ohio, 2005.

[47] Madison, H. Functional Modelling of the Human Timing Mechanism. Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Social Sciences 101. Acta Universitatis Upsaliensis Uppsala, 2001.

[48] Mikheev, M., Mohr C., Afanasiev S., Landis T., Thut G. Motor control and cerebral hemispheric specialization in highly qualified judo wrestlers. Neuropsychologia 40, 1209–1219, 2002.

[49] Molina, J.P., Villamón M. La enseñanza de los deportes de lucha: el modelo integrado. In V. Mazón et al. (Coords.), La enseñanza de la educación física y el deporte escolar, (pp. 128-134). Santander: A.D.E.F. Cantabria. ISBN: 84-699-5548-9, 2001.

[50] Molina, J.P., Villamón, M. Enseignement des sports de combat: sa nature et sa tactique. In V Journees Internationales de Reflexion et de Recherche sur les Sports de Combat et les Arts Martiaux, Toulouse: Université Paul Sabatier, p. 55-56, 1998.

[51] Monteiro L.F, Garcia Garcia JM, Carratalà V, Neuromuscular fatigue on Explosive strength and power output during COPTEST in male and female judokas.Symposium of Judo Science Rotterdam 2009.

[52] Ning, X., Bian C., Wang J., Chen Y. Research progress in nonlinear analysis of electric heart activities. Chinese Science Bulletin, Vol. 51 No. 4 385—393, 2006.

[53] Pajić, Z.B. The Place and The Role of The Applicative Software in The Structure Of The System For Operating The Sports Form. Facta Universitatis Series Physical Education, Vol. 1, No 3, 1996.

[54] Pakenas, A., Pessoa de Souza Junior T., Pereira B. Non-linear dynamics and physical exercise: concepts and applications. Rev Bras Med Esporte, Vol. 13, Nº 5 – Set/ Out, 2007.

[55] Pecoraro, F. Mechanics of The Upper Part of The Body During Locomotion. Dottorato di Ricerca in Bioingegneria, XIX Ciclo, Anno Accademico 2005-2006, Università degli Studi, Bologna.

[56] Ribeiro, S.R., Tierra-Criollo C.J., Martins R.A.B.L. Effects of different strengths in the judo fights, muscular electrical activity and biomechanical parameters in elite athletes. Rev Bras Med Esporte _ Vol. 12, Nº 1 – Jan/Fev, 2006.

[57] Roux & Baudray, Improving judo-specific training modalities for competitive and non-competitive judo. Porec Judo Research Symposium 2017.

[58] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo, Mediterranee Publisher ISBN: 8827203486 Roma 1988

[59] Sacripanti A, Biomecânica do Judo competiçao aos métodos de treino nas diversas estrategias de competiçao. I° Simposio de Ciências do desporto aplicadas ao judo Centro de Medicina deportiva de Lisboa Portougal 1991

[60] Sadowski, J. Dominant Coordination Motor Abilities in Combat Sports. Journal of Human Kinetics volume 13, 61-72, 2005.

[61] Scafetta, N., Griffin L., West B.J. Hölder exponent spectra for human gait. Physica A 328, 561 – 583, 2003.

[62] Segedi I, Sertic H, Classification of Judo Throwing Techniques According to Their Importance in Judo Match 2010

[63] Telesca, L., Cuomo V., Lapenna V., Macchiato M. Metodi per l'identificazione di Clustering Temporale nelle Sequenze Sismiche. GNGTS – Atti del 18° Convegno Nazionale, 2002.

[64] Toussaint, H.M., de Lange P., Truijens M. Applying Technology to Optimise Training: A Look in the (Near?) Future. http://web.mac.com/htoussaint/SwimSite

[65] Umeda, T., Yamai K., Takahashi I., Kojima A., Yamamoto Y., Tanabe M., Totsuka M., Nakaji S., Sugawara N., Matsuzaka M. The effects of a two-hour judo training session on the neutrophil immune functions in university judoka. Luminescenc, 23: 49–53, 2008.

[66] Villamon, M. Judo: analisis funziona, evaluacion y aprendizaje de la tecnica. Apuntes de la asignatura de Judo 5° Curso, Rendimento deportivo.

[67] Villamon, M., Molina J.P. El Judo y las actividades de lucha con agarre como contenido de la educacion fisica. En S. Camarero, V. Tella y J. Mundina (comps.) La actividad deportiva en el ambito escolar (pp.269-300). Valencia: Promolibro. ISBN: 84-7986-164-9.

[68] Villamon & coworkers Introduccion al Judo Hispano Europea 1999 ISBN 84-255-1296-4

[69] Villani, R., Di Vincenzo V. Increase of the speed of judo throwing techniques using a specific contrast method. 7th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2000.

[70] Wilson, B.J., Gus L.W., Parcell A.C. Cardiac Inter-Beat Interval Complexity Is Influenced by Physical Activity. Medical Physiology Online [serial online] article 1; vol 2: 2009. Available from http://www.medicalphysiologyonline.org, 2009.

[71] Wilson, B.J., Hart G.L.W., Parcell A.C. Cardiac Inter-Beat Interval Complexity Is Influenced by Physical Activity. Medical Physiology Online, 2009.

[72] Xinbao, N., Chunhua B., Jun W., Ying C. Research progress in non-linear analysis of electric heart activities. Chinese Science Bulletin, Vol. 51 No. 4 385—393, 2006.

CAPITULO 5: BIOMECANICA DE LAS TECNICAS DE LANZAMIENTO (Tachi waza)

5.1. Biomecánica de caídas (Ukemis)

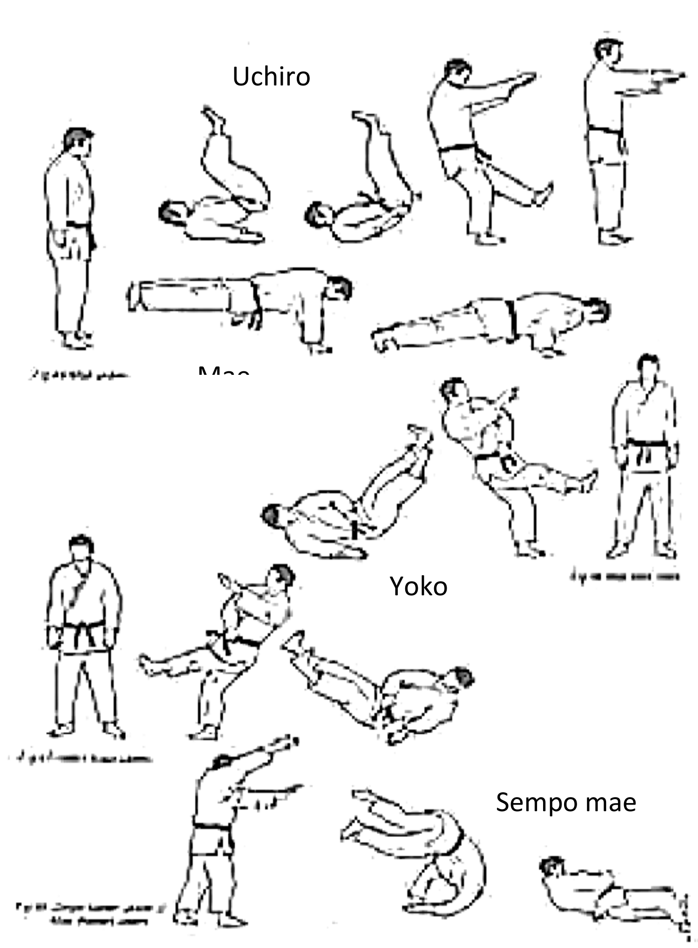


Fig.5.1.1.a Judo Ukemi as Japan Classic classification

5.1.1 Biomecánica del Control de Caídas (Ukemi).

En la aplicación práctica del judo, se trata esencialmente del aprendizaje teórico y práctico del control de caídas para prevenir accidentes y traumatismos corporales. En esta óptica en el Laboratorio de Biomecánica de Florianópolis Santa Catherina (Brasil), se demostró por Saray y sus colaboradores, estudiando el Seoi en un tipo diferente de Tatami, que, a pesar de que estos impactos eran de corta duración promedio (0,01 s), eran considerados en límites como productores de lesiones severas (aceleración >250g). Principalmente en los puños y tobillos de los atletas, los resultados superaron los límites considerados seguros.

Las técnicas de Ukemi fueron introducidas en el judo por el Dr. Kano para poder evolucionar las técnicas de ju-jitsu, en las técnicas deportivas, principalmente en escuelas o clubes de judo, se estudian cinco tipos de Ukemi.

Las técnicas Ukemi se basan en un mecanismo biomecánico prominente e inteligente: "Absorción/disipación de energía por conservación del momento angular" para prevenir los traumas del cuerpo.

Este mecanismo se manifiesta a través de dos fases: 1. Fase disipativa y 2. Fase de impulso/reactiva. La primera fase está conectada a la absorción de energía cinética de traslación mediante la transformación de la energía de rotación cinética. La segunda fase está conectada a la disipación mediante el uso de una fuerza de reacción del suelo amortiguadora.

Un antiguo estudio japonés sobre Ukemi (Estudios sobre la acción refleja en judo Ikai 1958) afirmaba que cuando el cuerpo del atleta es lanzado, durante el vuelo, pasa por cuatro fases. Si conectamos estos resultados con las fases biomecánicas, obtenemos una situación clara de lo que sucede en el cuerpo de los atletas durante la fase de vuelo y en la fase de aterrizaje:

a) Primera fase de impulso/reactiva: Inconsciente: los reflejos posturales del cuello generan un aumento en el tono muscular de cadenas biocinéticas superiores.

b) Primera fase disipativa: Inconsciente. Los reflejos vestibulares generan extensión y divergencia de las cadenas biocinéticas inferiores, con el consiguiente aumento del momento de inercia, ralentizando la caída.

c) Segunda fase disipativa: Consciente. La curva consciente del atleta es el cuerpo que rectifica tanto la lordosis como la cifosis para proteger la columna vertebral de los traumatismos.

d) Segunda fase de Impulso/reactiva: Consciente. La última parte de la energía de traslación es rápidamente amortiguada por la fuerza de reacción del suelo de la colchoneta.

$$Total\ Kinetic\ energy = \frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$$

because the angular Momentum shall be conserved

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

1) If $I_2 > I_1 \Rightarrow \omega_2 < \omega_1$

2) Then $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 > \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}I_2\omega_2^2$

3) from $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 - \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$

4) *energy decreases*

5) *Angular momentum is conserved*

6) if $\frac{1}{2}mv_2^2 \equiv Fdr \cong Fdt \equiv I_2\Delta\omega$

7) Then $Fdr - Fdt = 0 = Stop$

Energía cinética total = $\frac{1}{2}mv^2 + \frac{1}{2}I\omega^2$

Dado que el momento angular se conserva →

$$I_1\omega_1 = I_2\omega_2$$

1) Si $I_2 > I_1$ → $\omega_2 < \omega_1$
2) Entonces $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 > \frac{1}{2}mv_2^2 + \frac{1}{2}I_2\omega_2^2$
3) pero $\frac{1}{2}mv_1^2 + \frac{1}{2}I_1\omega_1^2 - \frac{1}{2}I_2\omega_2^2 = \frac{1}{2}mv_2^2$
4) La energía disminuye
5) El momento angular se conserva
6) Si $\frac{1}{2}mv_2^2 \equiv Fdr \cong Fdt \equiv I_2\Delta\omega$
7) Entonces $Fdr - Fdt = 0 = Stop$

En Japón, también la informática entró en la enseñanza de Judo Ukemi: Minatami y Yamamoto de las universidades de Hokuriku y Kanazawa produjeron un software especial para el aprendizaje electrónico de Ukemi, con ayuda de video. En este estudio, se concluye que la utilización de la computadora personal y el video podría mejorar el rendimiento y perfeccionar las habilidades de los estudiantes en la comprensión de varios tipos de ukemi, y que el sistema tenía la capacidad de aumentar el deseo de los estudiantes de mejorar sus habilidades. Los estudiantes pudieron comprender las formas y clasificaciones del ukemi a través del programa.

El uso de la computadora personal hace que la imagen de las habilidades ukemi sea evidente y fácil de entender. En el video, los estudiantes pueden ver no solo sus errores, sino también monitorear su progreso positivo. En las siguientes figuras, es posible ver que también en competición, y el Ukemi clásico es efectivo, Yoshida lanza a Aljmanjov con un poderoso Hidari Seoi Otoshi. (suwari Seoi)



Fig. 5.1.1.b.c.d, classical ukemi in competition (Finch)

Durante los años transcurridos desde la segunda edición, 2010, se realizaron muchos trabajos científicos en el mundo, y algunos aplicados a la Biomecánica de Ukemi. Entre los más interesantes, informamos la posición de Koshida y compañeros de trabajo utilizados para estudiar las diferencias cinemáticas entre judokas experimentados y novatos en Ushiro Ukemi derivadas de la aplicación O Soto Gari.

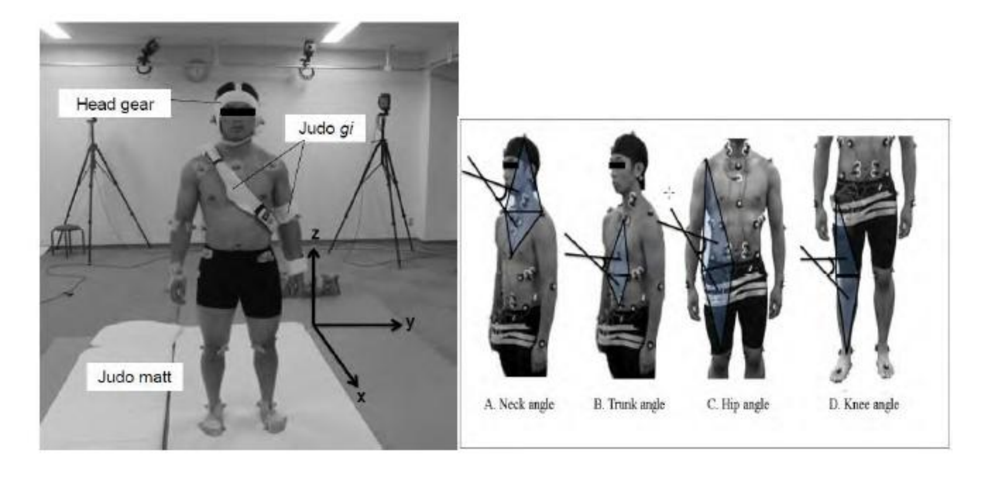


Fig. 5.1.1.e.f Disposición de los puntos de investigación y repetición con ángulos en el cuerpo del uke (Koshida 2014)

Los resultados mostraron que, a pesar de las diferencias significativas entre los judocas novatos y experimentados en los ángulos del cuerpo de Uke durante las caídas y en los patrones de movimiento de la cadera, y también en los patrones de movimiento del cuello y los gráficos de ángulo del tronco-tiempo, al final solo había tamaños de efecto pequeños.

Otra investigación interesante se llevó a cabo durante el segundo "Teaching and Coaching EJU Master" celebrado en Roma para obtener resultados relacionados con la superficie de contacto real del cuerpo en diferentes tatamis (blandos o duros). La superficie estaba conectada a la presión recibida por los órganos internos de Uke al final de la trayectoria de caída. La investigación demostró por primera vez, de forma cuantitativa que, en ambos casos, la presión recibida por los órganos internos de Uke es leve y bien absorbida por el cuerpo.

De hecho, recordando la forma fácil de presión interna P = FxA con la fuerza de impacto F del cuerpo en la superficie del Tatami y el área de contacto A del cuerpo en el Tatami. Todos los resultados mostraron que la presión interna transferida no fue significativa en términos del peligro potencial para los órganos internos.







Fig 5.1.1.g.h.i Diseño de la investigación y cámara térmica japonesa utilizada

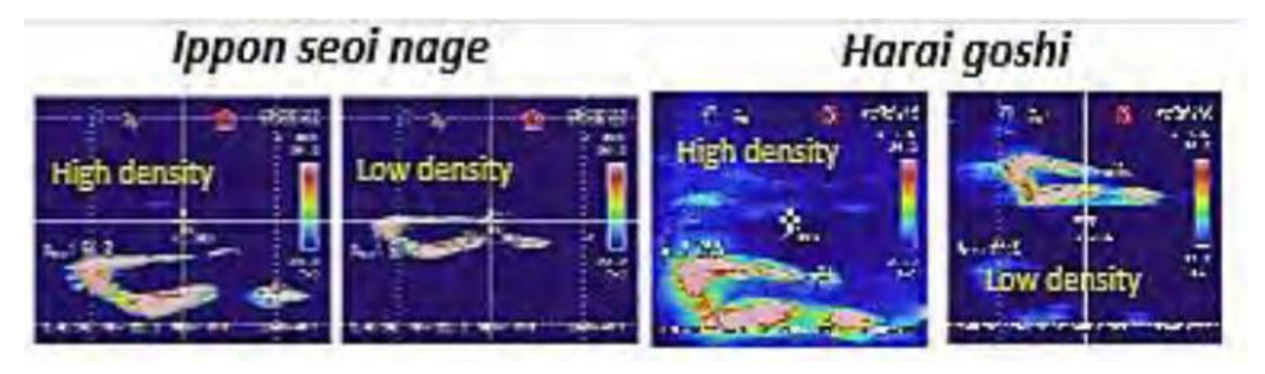


Fig.5.1.1.l.m.n.o Resultados de la superficie de impacto de los cuerpos para dos lanzamientos sobre tatami blando y duro (Capelletti and Coworkers 2013).

5.1.2 Técnicas de caída no ortodoxas (ukemi agonístico)

En los últimos años, durante los combates internacionales, para no permitir anotación del adversario, muchos competidores introdujeron un sistema no ortodoxo de caída basado en la rotación, principalmente en la mano con daño directo. Otras formas se basaban en la caída en el puente para evitar a Ippon. Este tipo de enfoque basado en evitar las caídas se basaba en la poderosa preparación muscular y en la capacidad de aumento de saltos mortales de los atletas. Pero esta nueva forma estaba al borde de la seguridad porque el riesgo de sufrir traumatismos o fracturas como consecuencia de este método crece rápidamente. En este campo, un fascinante artículo abrió nuevos caminos tanto a las investigaciones teóricas como experimentales, desde Rumania, Barbuceanu y Stanescu propusieron un modelo biomecánico de dos caídas defectuosas diferentes con el fin de comprender los mecanismos internos de los traumatismos, estableciendo las cargas externas medias y las tensiones mecánicas internas y también estimando los límites biomecánicos tolerables de la zona supra-solicitada. Uno de los peligros analizados fue la fractura de clavícula.

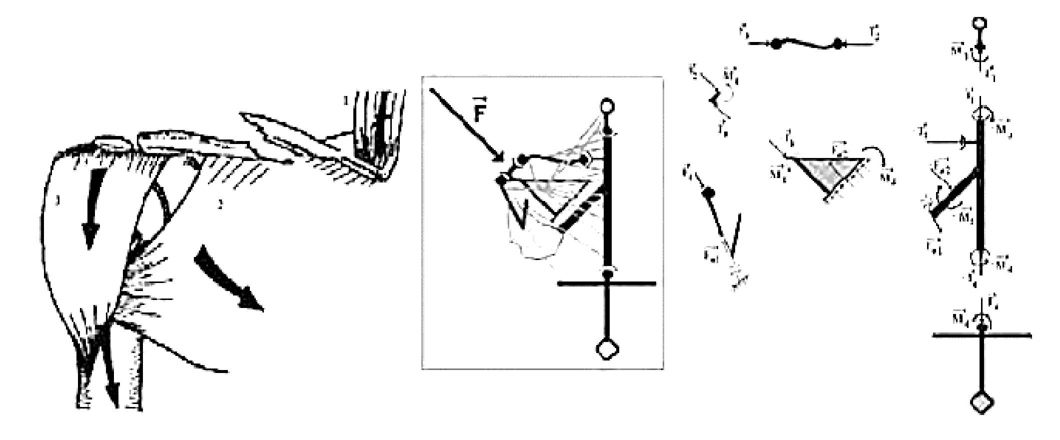


Figura 5.1.2. Una representación biomecánica de la caída del hombro con el elemento de aislamiento

Bajo el siguiente modelo biomecánico:

$$T_2 = F_3 - R$$
$$T_1 = F_2$$
$$F_e = F_2 + R\sqrt{3}$$
$$N \geq \frac{F_1 - R}{\mu} \qquad \mu \cong 0.5$$
$$M_1 = F_2 d_1 \qquad d_1 \cong 0.05m$$
$$M_2 = \left(F_2 + R\sqrt{3}\right) d_2 \qquad d_2 \cong 0.15m$$

T_1=6.5kN; T_2=4.5kN; $F_e \approx$10kN; N ≥9kN; M_1=0.32Nm $M_2 \approx$1.35Nm

El final del artículo presenta una nueva forma y limitaciones de tales estudios. *Obviamente, debido a que este estudio es completamente nuevo, los métodos y los resultados pueden ser criticados; pero estos modelos pueden servir como direccionamiento para estudios futuros. Se observa que nuestros resultados están en concordancia con la experiencia*.

5.1.2.1 Desvíos: En busca de nuevos caminos

Con una mentalidad completamente abierta, Gerald Lafon, entrenador principal de EE. UU., propone un enfoque original y diferente para el aprendizaje del judo por parte de Ukemi poco ortodoxo. El enfoque se basaba en la afirmación de que los ukemi clásicos rara vez se aplicaban en una competición real, y era mejor no caerse en absoluto o, como máximo, aterrizar de pie, no dar una puntuación al adversario. Clasifica tres grupos de Ukemi poco ortodoxos, llamados habilidad de desvío:

- Habilidades de rotación insuficiente y excesiva

En su mayor parte, estas habilidades ocurren sin el beneficio de un punto de contacto con el suelo y, por lo general, resultan en aterrizar de lado del cuerpo y, con poca frecuencia, boca abajo. Por lo general, estas habilidades se realizan después de los lanzamientos hacia adelante y minimizan las puntuaciones en lugar de eliminarlas. Estas habilidades utilizan principalmente el control corporal para acelerar (rotar en exceso) o ralentizar (rotar en exceso) la rotación del cuerpo. Un excelente ejemplo de una habilidad de sub-rotación se llama el desvío de la pierna trasera. Esta habilidad busca mantener a la mayor parte de la espalda fuera de la lona para minimizar la puntuación.

- Dar la vuelta y acostarse

Estas habilidades se realizan después de lanzamientos que llevan a Uke hacia su espalda, es decir, O soto gari, Ko uchi gari o Tani otoshi. Como su nombre lo indica, Uke se da la vuelta o se convierte en Tori para evitar ser arrojado directamente sobre su espalda. Estas habilidades suelen minimizar las puntuaciones.

- Pasearse alrededor

Estas habilidades son las más espectaculares en el Judo. Casi siempre tienen un punto de contacto con el suelo y dan lugar a un aterrizaje de pie o de cuatro patas. Las habilidades de deslizamiento generalmente involucran alrededor de la salida, giro de cabeza, giro de codo o parada de manos y, por lo general, resultan en la eliminación de una puntuación potencial. En su mayoría se realizan después de los lanzamientos de reenvío o sutemi waza. Aunque, como dijo el Sr. Lafon, el propósito principal de las participaciones era minimizar (o eliminar) las puntuaciones en el judo competitivo, las participaciones también tienen el beneficio adicional para todos los estudiantes de judo, competitivos y no competitivos por igual, de lograr lo siguiente:

• Los desvíos proporcionan otro medio para caer de manera segura sobre una superficie.

• Los desvíos permiten a un jugador estar en posición de contraatacar después de estar en el aire.

• El entrenamiento de participación aumenta la conciencia cinestésica.

• Las participaciones ayudan a desarrollar toda una categoría de habilidades atléticas que los métodos tradicionales no ofrecen.

En las siguientes figuras, podemos ver una participación en el entrenamiento de Ukemi, en un club, por G. Lafon. Fuente: Judoinfo.com



Fig.H.1.A.1ABSD, Caídas no ortodoxas (G.Lafon)

Pero la regla arbitral cambió con el tiempo, y esta forma de detener el marcador, al final, no fue considerada. En las siguientes figuras podemos verlo. La tentativa de participación para detener un ataque morote-gari Howey-Cho y un revés continuo premiado, por el resultado en Franklin vs Lomax.)



Fig.5.1.2.1.e.f.g,h. Ukemi poco ortodoxo en competición y en los Juegos Olímpicos de Río (Finch, Zahony, Gabii)

5.2 Clasificación biomecánica de las técnicas de lanzamiento de judo

Este repaso histórico previo a través de diversas categorías introduce el intento de racionalizar las cosas de una manera científica, buscando los principios físicos básicos de Nage Waza. Un análisis biomecánico de las técnicas de lanzamiento de judo en el sentido de las Técnicas Deportivas Racionales debe abordarse en los siguientes pasos: en primer lugar, por simplificación y en segundo lugar por generalización.

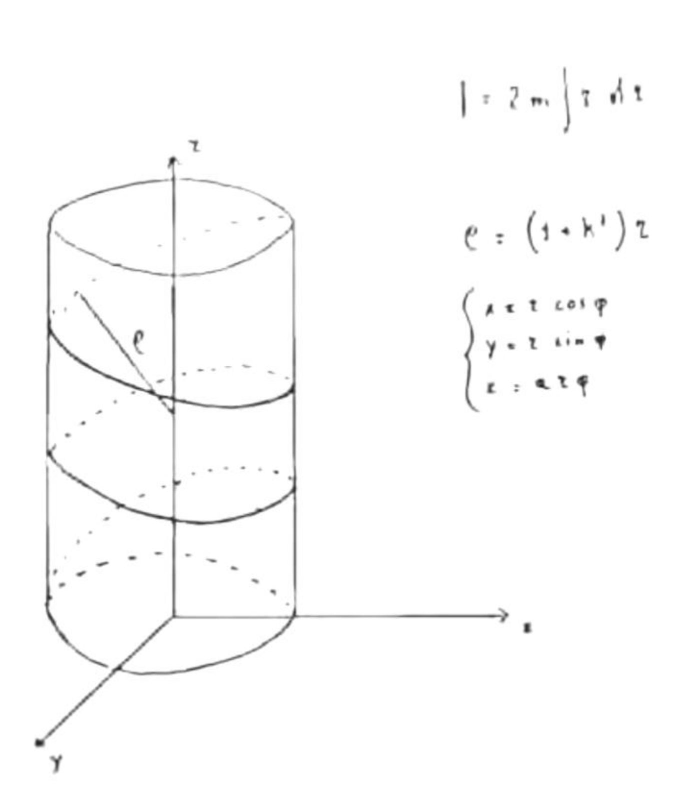
Como principio de simplificación para el problema de las clases de fuerzas involucradas, en primer lugar, podemos usar el método diferencial señalado por el Dr. Kano: la subdivisión del movimiento de lanzamiento en tres pasos: 1° Tsukuri (movimientos preparatorios destinados a desequilibrar el cuerpo de Uke); 2° Kuzushi (la acción desequilibrante); y 3° Kake (ejecución de movimientos dirigidos a lanzar), y más adelante analizaremos el movimiento del cuerpo de Uke cortando fuerzas secundarias.

Luego generalizamos las clases de fuerzas, exponiendo los principios físicos internos de las técnicas estándar de lanzamiento de judo. Este método se aplicó a Nage Waza, agrupa 77 técnicas de lanzamiento (40 Kodokan go kyo y 37 otras) bajo dos principios dinámicos solamente. Es correcto señalar que esta es una de las muchas clasificaciones biomecánicas posibles, y la seleccionamos por su valiosa simplicidad e inmediatez. Esta clasificación simple y básica, aplicada primero a las condiciones estáticas, señala el uso de las mejores fuerzas de Tori, sin oposición Uke, como la clasificación de Kano.

Resulta muy útil encontrar los «Principios Generales», primero para definir dos corolarios sobre la dirección de las fuerzas (Análisis Estático), y luego para analizar las trayectorias de vuelo del cuerpo de Uke (Análisis Dinámico) y sus simetrías. Entonces, considerando el cuerpo de Uke como un cuerpo rígido, es posible afirmar:

- Análisis estático

  Principio de resolución de fuerzas. Dos corolarios determinan todo el problema direccional del uso estático de las fuerzas para ejecutar lanzamientos.



1) Las fuerzas son efectivas y se pueden aplicar, en el plano horizontal, en todo el ángulo redondo (360°).

Bajo estos términos se unifican los problemas biomecánicos de las fuerzas empleadas para desequilibrar el cuerpo de Uke. (Pasos de Tsukuri-Kuzushi).

2) Las fuerzas son efectivas y se pueden aplicar, en el plano vertical, casi en el ancho de un ángulo recto (90°).

Bajo estos términos se determinan los problemas biomecánicos de las fuerzas empleadas para lanzar el cuerpo de Uke. (Paso de Kake). Los límites reales de las fuerzas de lanzamiento se pueden obtener con un ángulo de casi 45 grados, hacia arriba o hacia abajo en una línea horizontal, porque la resistencia causada por la estructura corporal de Uke o por la fuerza de la gravedad, más allá de estos ángulos, permite lanzar de nuevo pero con más desperdicio de energía.

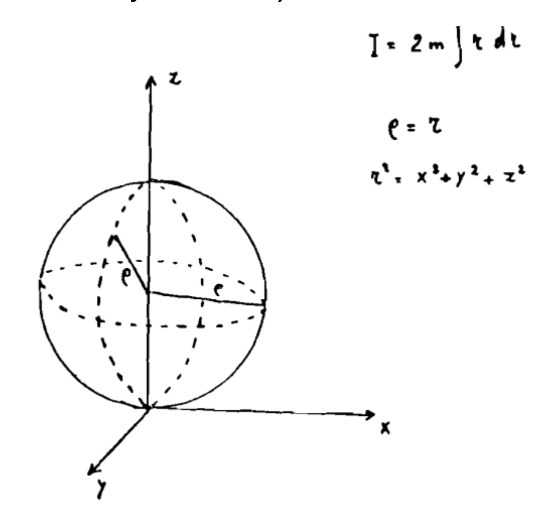
- Análisis Dinámico

Principio de la composición de las fuerzas - Estudio de las trayectorias de vuelo y sus simetrías

Si en el espacio, la composición de las fuerzas obedece, al mismo tiempo, a los dos corolarios estáticos anteriores, la solución del problema dinámico (considerando el tiempo) pasa por el estudio de las trayectorias de vuelo y sus simetrías.

Las trayectorias a lo largo de las cuales se mueve el cuerpo de Uke durante el vuelo después del lanzamiento se pueden agrupar en dos tipos simples o su composición: trayectorias circulares y trayectorias helicoidales.

a) Simetría esférica de trayectoria circular



Para técnicas de lanzamiento en las que las extremidades del cuerpo de Uke siguen una trayectoria circular. El radio de la circunferencia coincide con la distancia r desde el eje de rotación del momento inercial. Estas técnicas tienen simetría y circunferencia esféricas. Es decir, la "línea geodésica" de una esfera (la línea más corta entre dos puntos) es el camino del mínimo trabajo, por lo tanto, es la trayectoria del menor desperdicio de energía que pueden cubrir las partes extremas del cuerpo de Uke.

b) Trayectoria helicoidal: simetría cilíndrica

Para las técnicas de lanzamiento en las que el cuerpo de Uke sigue una trayectoria helicoidal, el radio de flexión de la hélice es proporcional a la distancia r desde el eje de rotación del momento inercial.

Estas técnicas tienen simetría cilíndrica y la hélice, que es la «línea geodésica» de un cilindro recto, es también el camino de mínimo trabajo o la trayectoria del menor desperdicio de energía que puede cubrir el cuerpo de Uke. Si pensamos en los dos corolarios de la dirección de las fuerzas (Análisis Estático) y en el estudio de las trayectorias seguidas por el cuerpo de Uke (Análisis Dinámico), es posible enunciar los dos principios dinámicos de la clasificación biomecánica, que muestran los mecanismos internos de las técnicas de lanzamiento.

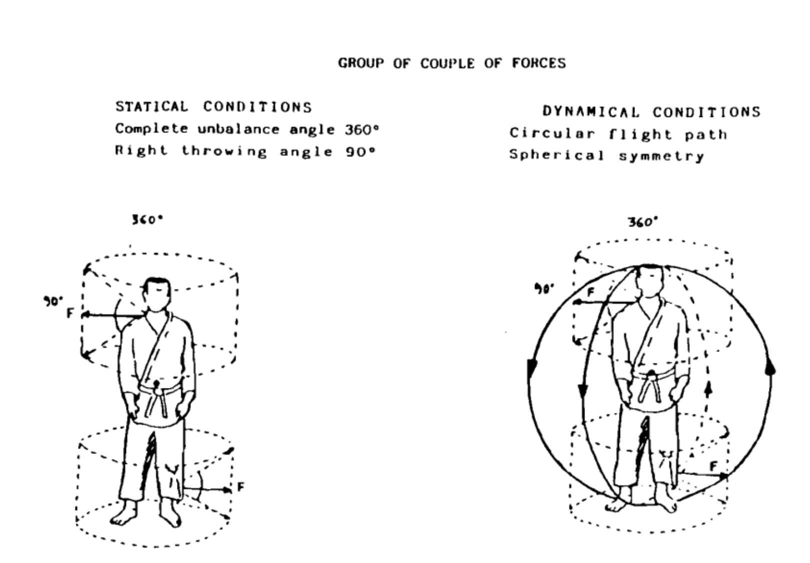
A) Técnicas en las que Tori hace uso de un par de fuerzas para lanzar a Uke.

B) Técnicas en las que Tori hace uso de una palanca física para lanzar a Uke.

Los movimientos que aparentemente hacen diferentes técnicas de lanzamiento, en apariencia, pero no en esencia biomecánica, se pueden recoger en las etapas de Tsukuri - Kuzushi y otras acciones preparatorias (Taisabaki). Creemos que esta clasificación, basada en criterios científicos claros, es muy adecuada para facilitar la comprensión de los principios físicos que vinculan las técnicas de lanzamiento de judo.

A) Técnicas de un par de fuerzas (cuplas).

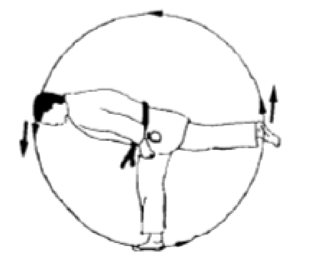
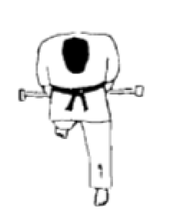
En el primer grupo, encontramos lanzamientos producidos al barrer las piernas y tirar o empujar el cuerpo de Uke en la dirección opuesta simultáneamente. Las técnicas del "Grupo de un par de fuerzas" se pueden clasificar por partes del cuerpo de Tori que aplican un par de fuerzas sobre el cuerpo de Uke. A saber: dos brazos, brazo y pierna, tronco y pierna, tronco y brazos, dos piernas.



Esta clasificación biomecánica es capaz de mostrar nuevas semejanzas que no son evidentes en las técnicas estándar. La asimetría de la cara posterior del cuerpo humano explica ejemplos asombrosos de semejanza biomecánica: O Soto Gari, Uchi Mata y Harai Goshi son el mismo movimiento de Tori, es decir, un par de fuerzas en el cuerpo de Uke. Como fácilmente podemos ver en las siguientes tres secuencias que muestran la demostración de Inoue en la Universidad de Bath.

Fig.5.2.c.d.e.f.g.h.i.j.k.l.m.n, Equivalencia del movimiento de Tori en técnicas de cupla (Finch.)

Es muy interesante notar que la mayoría de los lanzamientos de un par de fuerzas (las aplicadas por Tori de pie sobre una pierna) pueden ser conducidos a una sola acción básica de Tori: la rotación sobre la articulación coxo-femoral con tres grados de libertad cada uno de ellos, yaciendo en los tres planos de simetría del cuerpo humano:

Primero: rotación del tronco-pierna sobre la articulación coxo-femoral alrededor de un eje de rotación lateral-lateral horizontal (movimiento en el plano sagital).	**Segundo:** rotación del tronco-pierna sobre la articulación coxo-femoral alrededor de un eje de rotación lateral-lateral horizontal (movimiento que se encuentra en el plano sagital) dirección inversa.
  *Fig.5.2.p, Motion in a sagittal plane*	  *Fig.5.2.q, Motion in a sagittal plane*
Tercero: rotación del tronco-pierna sobre la articulación coxo-femoral alrededor de un eje de rotación anteroposterior horizontal. (Movimiento en el plano frontal).	**Cuarto**: rotación de la pata del tronco sobre la articulación coxofemoral alrededor de un eje vertical de rotación. (Movimiento que se encuentra en el plano transversal).

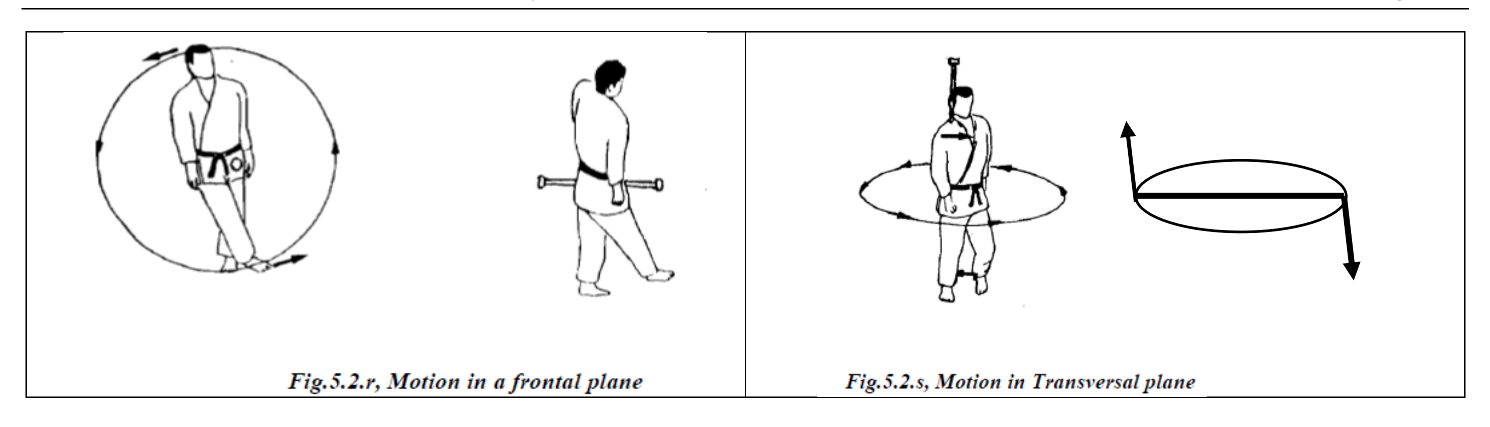


Fig.5.2.r, Motion in a frontal plane

Fig.5.2.s, Motion in Transversal plane

Esto pone de manifiesto el papel fundamental que juega la ARTICULACIÓN COXO-FEMORAL en este grupo y conlleva que la articulación de este deportista debe estar dotada de una gran flexibilidad (movilidad) (Ver gráficos arriba).

B) Técnicas de la palanca física

En el segundo grupo, encontramos todos los lanzamientos producidos girando el cuerpo de Uke alrededor de un punto de parada (cadera, pierna, pie). Las técnicas de "Grupo de palancas físicas" se pueden clasificar por la longitud del brazo de la palanca aplicada sobre el cuerpo de Uke. A saber: a) brazo mínimo (punto de apoyo debajo de la cintura de Uke), b) brazo medio (punto de apoyo debajo de las rodillas de Uke), c) brazo máximo (punto de apoyo debajo de la maléolo de Uke), y d) brazo variable (punto de apoyo variable desde la cintura hasta las rodillas de Uke). En este grupo los lanzamientos de "brazo mínimo" son energéticamente desfavorables (mayor fuerza aplicada). Eso aclara por qué, para la competición, a la gente le gusta más convertirlos en lanzamientos del brazo variable, tirando hacia abajo del punto de apoyo por debajo de la cintura de Uke cada vez más. Eso significa menos desperdicio de energía.

GROUP OF MOMENTUM OF FORCE

Complete unbalance angle 360°

Right throwing angle 90°

Minimum arm
Maximum applied force

Medium arm
Medium applied force

Maximum arm
Minimum applied force

Fig.5.2.t, Physical Lever Group

GROUP OF PHYSICAL LEVER
O
GROUP OF MOMENTUM OF FORCE

DYNAMICAL CONDITIONS
Flight path: minimum and medium arm Helicoidal
maximum arm Circular or Helicoidal
Symmetry : minimum and medium arm Cylindrical
maximum arm Spherical or Cylindrical

Minimum arm
Maximum applied force

Medium arm
Medium applied force

Fulcrum of physical lever

Maximum arm
Minimum applied force

Fig.5.2.u, Physical lever Groups with Sutemi

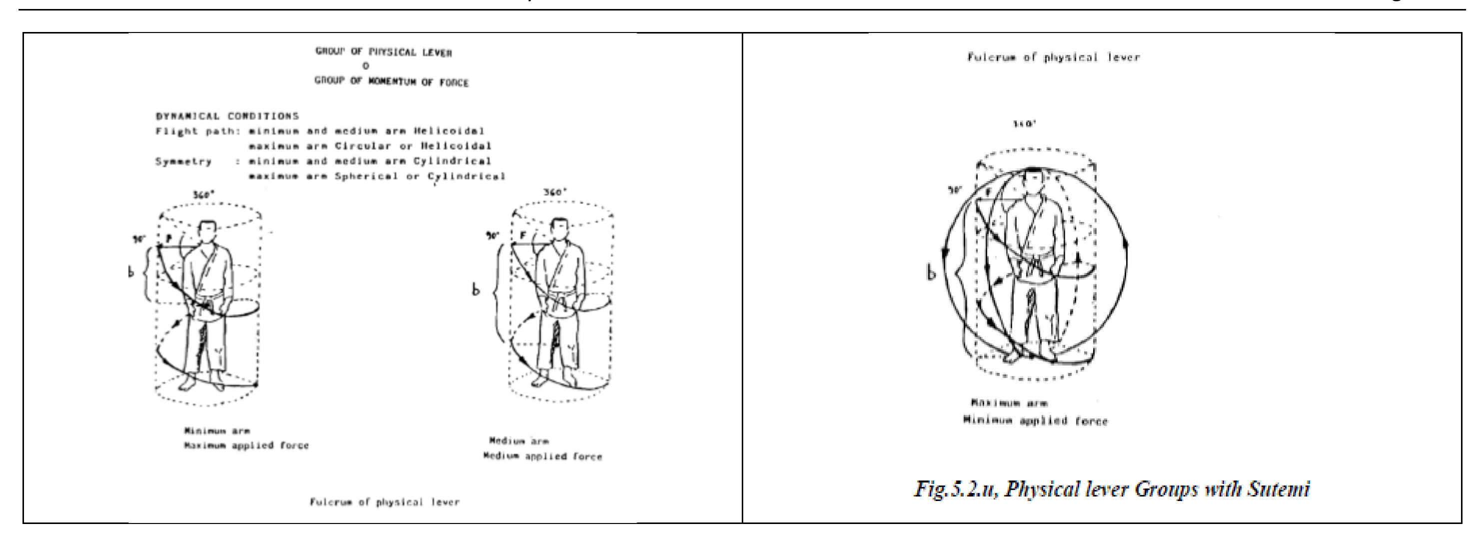


Fig.5.2.u, Physical lever Groups with Sutemi

Una vez más, esta clasificación biomecánica muestra, en este grupo, ejemplos de semejanza: el Ashi Guruma clásico y el Hiza Guruma son las mismas técnicas que aplican una palanca del brazo medio sobre el cuerpo de Uke. Es muy interesante notar que la mayoría de los lanzamientos del grupo de la palanca se pueden llevar a una sola acción básica de Tori si no consideramos las diversas posiciones de las piernas de Tori: rotación del tronco en la cintura alrededor de un eje de rotación variable genérico.

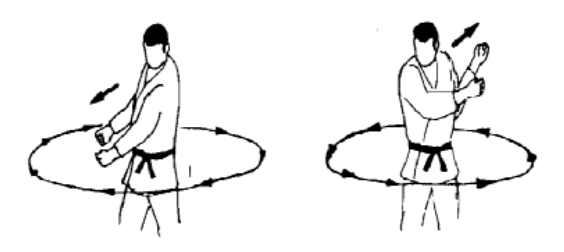


Fig.5.2.v Motion in transverse plane

Techniques Of Couple of forces Couple applied by	Arms	Kuchiki daoshi Kibisu Gaeshi Kakato Gaeshi Te Guruma
	Arm/s and leg	De Ashi Barai O Uchi Gari Okuri Ashi Barai Ko Uchi Gake Ko Uchi Barai Ko Soto Gake O Uchi Barai Harai Tsurikomi Ashi Tsubame Gaeshi Yoko Gake Ko Uchi gari O Soto Gake Ko Soto Gari O Uchi Gake
	Trunk and legs	O Soto Gari O Tsubushi O Soto gruruma O Soto Otoshi Uchi Mata Ko Uchi Sutemi Okurikomi Uchi Mata Harai Makikomi Harai Goshi Ushiro Hiza Ura Nage Hane Goshi Gyaku Uchi Mata Hane Makikomi Daki Ko Soto Gake Yama Arashi (Khabarelli)
	Trunk and arms	Morote Gari
	Legs	Kani Basami

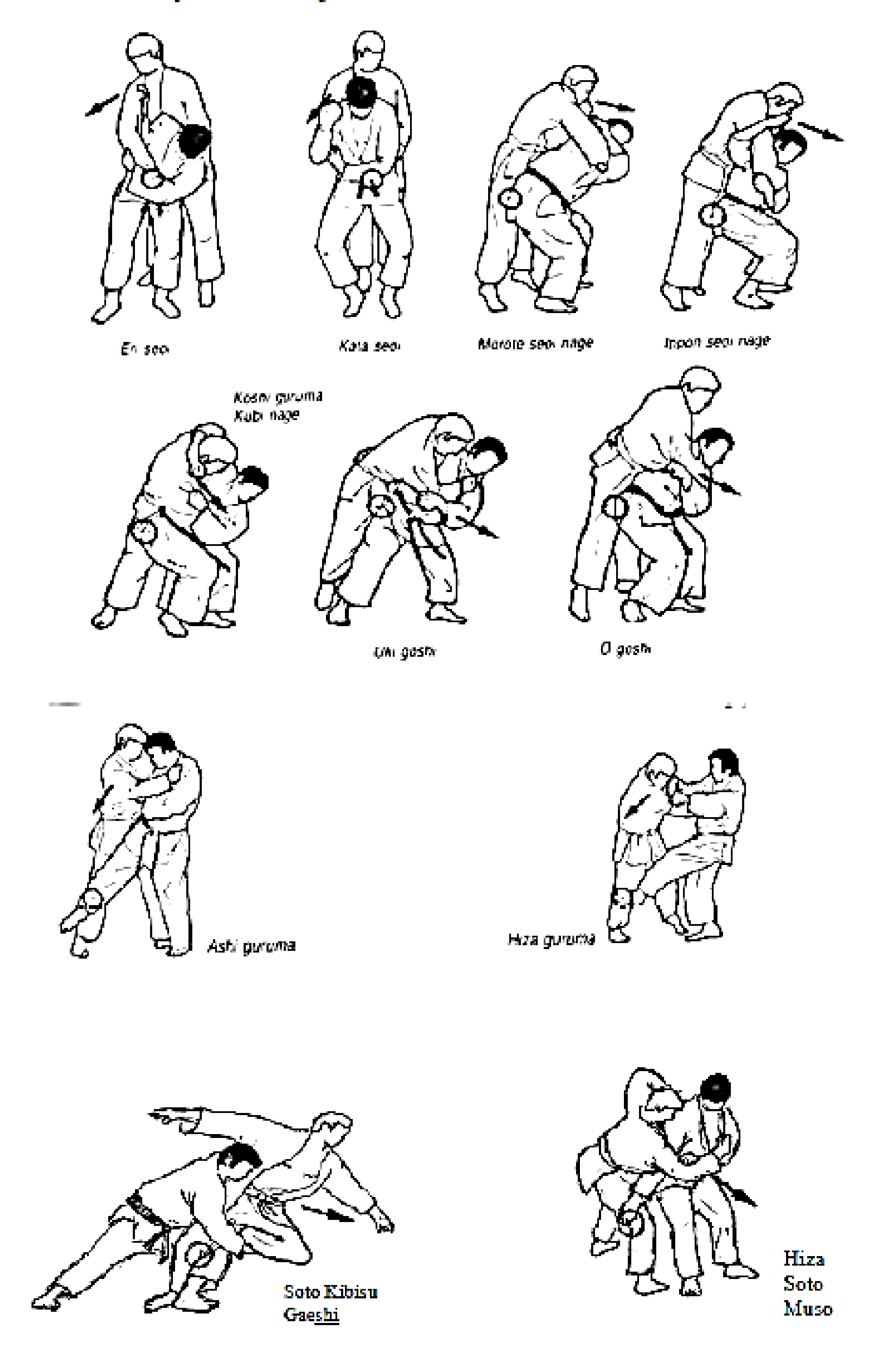
Tab.5.2a. Techniques based on a couple of forces

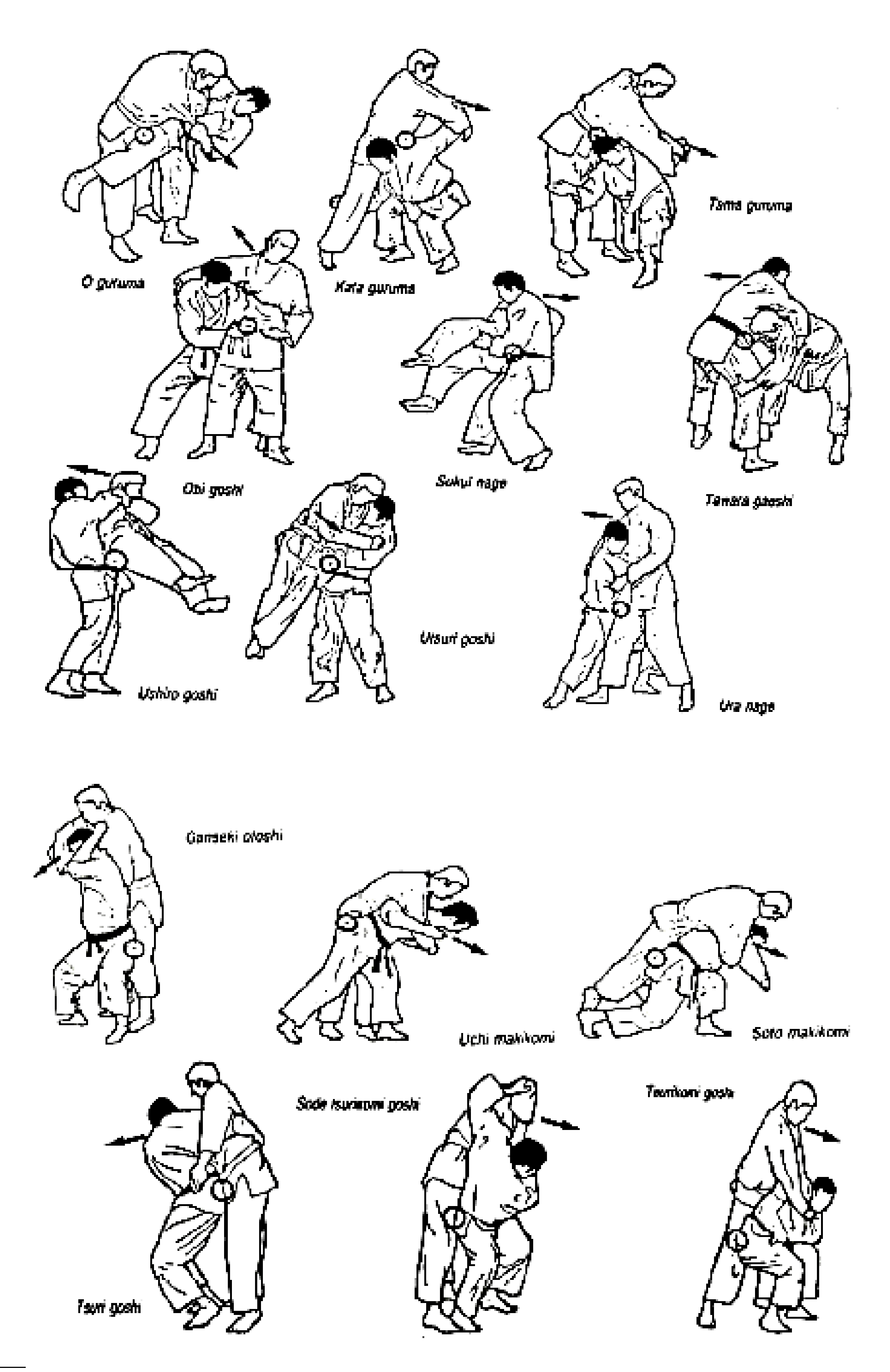
Techniques Of Physical lever Lever applied with	Minimum Arm (*fulcrum under Uke's waist*)	O Guruma Ura Nage Kata Guruma Ganseki Otoshi Tama Guruma Uchi Makikomi Obi Otoshi Soto Makikomi Tawara gaeshi Momo Guruma Makikomi Kata sode Ashi Tsuri. Sukui Nage Daki Sutemi Ushiro Goshi Utsuri Goshi
	Medium Arm (*fulcrum under Uke's Knees*)	Hiza Guruma Ashi Guruma Hiza Soto Muso Soto Kibisu Gaeshi
	Maximum Arm (*fulcrum under Uke's malleola*)	Uki Otoshi Yoko Guruma Yoko Otoshi Yoko Wakare Sumi Otoshi Seoi Otoshi Suwari Otoshi Hiza Seoi Waki Otoshi Obi Seoi Tani Otoshi Suso Seoi Tai Otoshi Suwari Seoi Dai Sharin Hiza Tai Otoshi Ikkomi Gaeshi Tomoe nage Sumi Geshi Ryo Ashi Tomoe Yoko Kata Guruma Yoko Tomoe Uki Waza Sasae Tsurikomi Ashi Uke Nage
	Variable Arm (*variable fulcrum from the waist To the knees*)	Tsuri Komi Goshi O Goshi Sasae Tsurikomi Goshi Koshi Guruma Ko Tsurikomi Goshi Kubi Nage O Tsurikomi Goshi Seoi Nage Sode tsurikomi Goshi Eri Seoi Nage Uki Goshi Morote Seoi nage

Tab.5.2.b. Techniques based on a physical lever

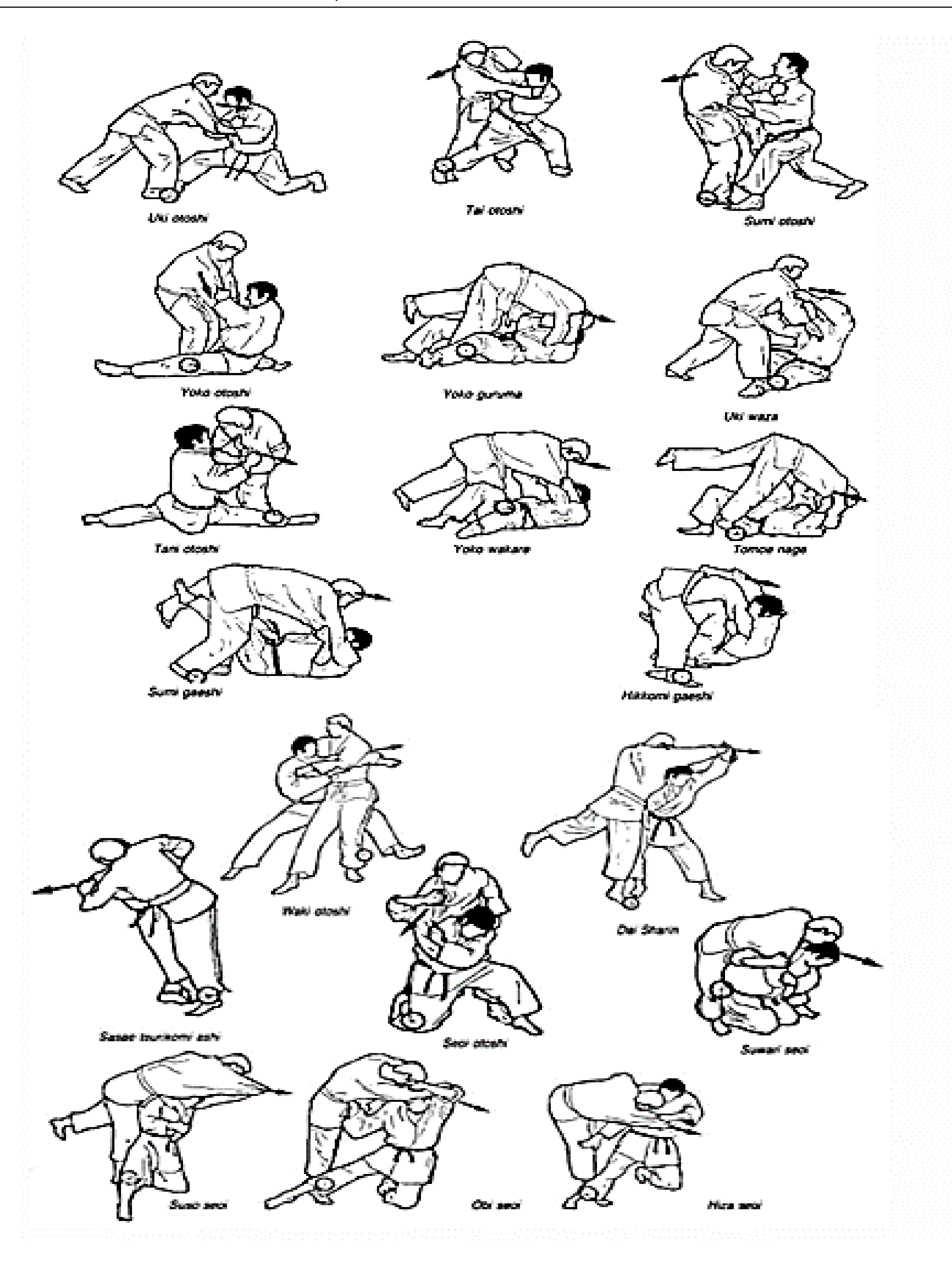
Asimismo, las técnicas de abandono (sacrificio) del cuerpo deben clasificarse como lanzamientos de "Grupo de palancas físicas" con el brazo máximo. En este caso, el punto de giro (punto de apoyo) viene dado por la fricción entre el pie y la estera (tatami). Aunque son más favorables energéticamente hablando, la fuerza de arranque (peso corporal al caer) se aplica con un ángulo superior a 45° (véase el corolario II° del análisis estático). Es decir, se requiere una ayuda alta y direccional de los brazos o las piernas para lanzar correctamente el cuerpo de Uke. A la luz de nuestro análisis, creemos que la clarificación de los principios físicos básicos y la evidencia de la acción básica, que demuestran el papel principal del cinturón pélvico de Tori, pueden ser útiles para una mejor comprensión de los mecanismos internos y para buscar nuevas mejoras en la teoría del entrenamiento, que deberían prevenir métodos erróneos y posibles daños en la unión; es decir, las cosas necesitan ayuda alta y direccional de brazos o piernas para lanzar correctamente el cuerpo de Uke. A la luz de nuestro análisis, creemos que la clarificación de los principios físicos básicos y la evidencia de la acción básica, que demuestra el papel principal del cinturón pélvico de Tori, puede ser útil para una mejor comprensión de los mecanismos internos y para buscar nuevas mejoras en la teoría del entrenamiento, lo que debería evitar métodos erróneos y posibles daños en la unión.

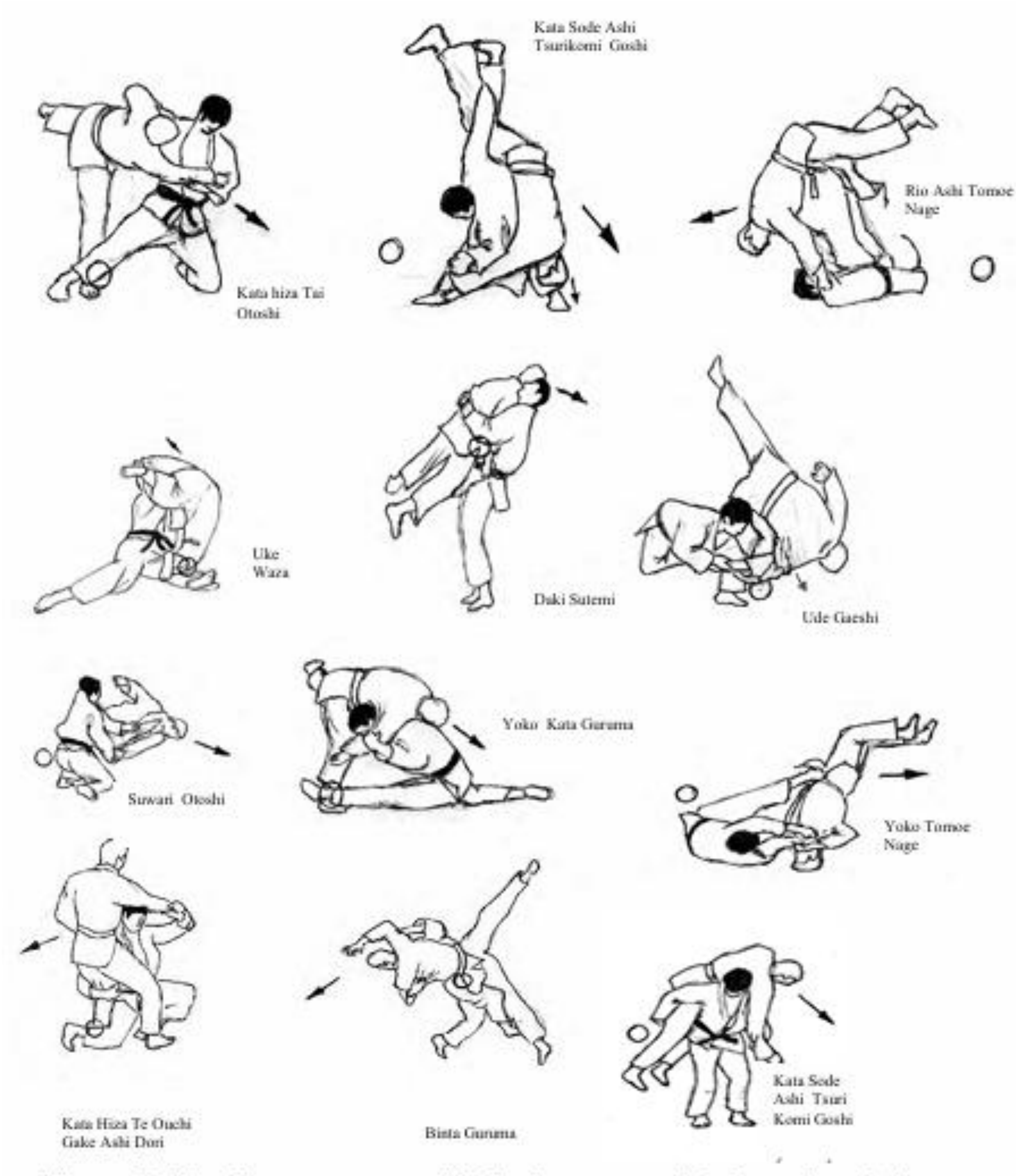
57 Techniques of Physical Lever in the function of the arm length




O guruma
Kata guruma
Tama guruma
Obi goshi
Sukui nage
Tawara gaeshi
Ushiro goshi
Utsuri goshi
Ura nage
Ganseki otoshi
Uchi makikomi
Soto makikomi
Sode tsurikomi goshi
Tsurikomi goshi
Tsuri goshi


Uki otoshi
Tai otoshi
Sumi otoshi
Yoko otoshi
Yoko guruma
Uki waza
Tani otoshi
Yoko wakare
Tomoe nage
Sumi gaeshi
Hikkomi gaeshi
Waki otoshi
Dai Sharin
Sasae tsurikomi ashi
Seoi otoshi
Suwari seoi
Obi seoi
Hiza seoi

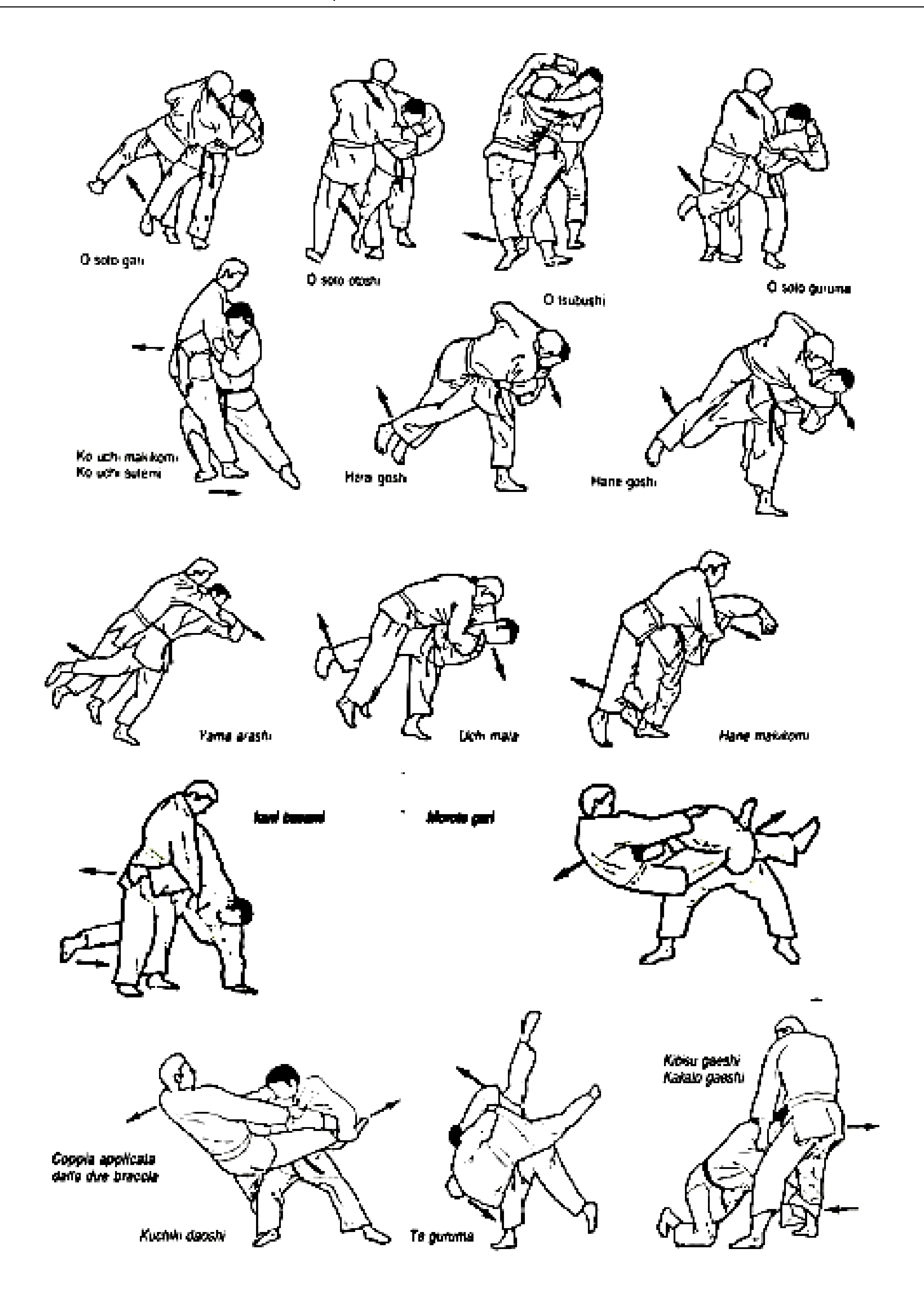

Uki otoshi
Tai otoshi
Sumi otoshi
Yoko otoshi
Yoko guruma
Uki waza
Tani otoshi
Yoko wakare
Tomoe nage
Sumi gaeshi
Hikkomi gaeshi
Waki otoshi
Dai Sharin
Seoi otoshi
Suwari seoi
Obi seoi



The non Kodokan Names were proposed by Roy Inman as agonistic Innovative techniques in his document Classification of Innovative International Competition Techniques (Shin Kokusai Shiai Waza 2005)

33Techniques of couple of forces in the function of body part applying forces




O soto gari
O soto otoshi
O tsubushi
O soto guruma
Ko uchi makikomi
Ko uchi sutemi
Harai goshi
Hane goshi
Yama arashi
Uchi mata
Hane makikomi
Kibisu gaeshi
Kakato gaeshi
Coppia applicata
dalle due braccia
Kuchiki daoshi
Te guruma



The non-Kodokan Names were proposed by Roy Inman as Innovative agonistic techniques in his document Classification of Innovative International Competition Techniques (Shin Kokusai Shiai Waza 2005)

5.3 Nueva visión en los lanzamientos (lanzamientos clásicos, innovadores y caóticos)

Antes de definir los conceptos de "Forma Innovadora" y "Forma Nueva o Caótica" técnicas de lanzamiento de judo, es importante considerar que muchos países han hecho y siguen haciendo nuevas contribuciones técnicas al Kodokan judo. La motivación hacia la victoria y la capacidad de vencer a los oponentes representan la raíz de esta evolución (sin implicar un significado positivo o peyorativo y simplemente usando el término en el sentido de "cambios con el tiempo").

En un párrafo anterior ya se realizó la revisión del Núcleo Educativo de Kano (Kuzushi, Tsukuri, Kake), ahora se estudiará por primera vez la evolución de los Lanzamientos de Judo en el tiempo alrededor del mundo del Tatami, definiendo estos pasos de cambio de los Lanzamientos Clásicos, a los Lanzamientos Innovadores, y a los Lanzamientos Caóticos.

Luego definimos los lanzamientos clásicos, todos los movimientos de lanzamiento como se muestra en el Go Kyo de Kano 1922 y el Go Kyo de Kookan de 1985. El último Kodokan Go Kyo o clasificación técnica, Daigo 2005, no se considera porque el autor japonés analiza muchas variaciones de las Técnicas Clásicas que en nuestra definición están bajo la forma Innovadora de lanzamientos.





Fig. 5.3.a.b.c.d.e. Classical Throws: Lever Group- Morote Seoi Nage; Lever Group-Morote Otoshi. Couple Group- a Rare example of Hane Goshi in competition.



Fig. 5.3.f.g.h.i.l.m: Couple a perfect Classic Uchi Mata with Uke rotation into Sagittal plane.

Para aumentar la efectividad de los lanzamientos, en una competición real, los cuerpos de los atletas deben chocar entre sí. En efecto, porque es difícil, si no imposible, encajar durante la competición en la posición en la que la gente se entrena normalmente en uchi komi o nage komi, aplicando fuerzas en direcciones clásicas. De ahí nacen las Técnicas Innovadoras de 2005 (Roy Inman), que se definen como: *Los "Lanzamientos Innovadores" son todas aquellas técnicas de lanzamiento*

que mantienen vivo el aspecto formal de los lanzamientos de Judo Clásico pero difieren únicamente en términos de agarre y dirección de las fuerzas aplicadas.



Figura 5.3.n.p.q. Lanzamientos innovadores: Grupo de Palanca → Seoi, Tai Otoshi; Grupo Cupla →Uchi Mata

Los lanzamientos innovadores son variaciones (Henka) de las técnicas clásicas de lanzamiento de Kodokan, que son técnicas de tipo Par de fuerzas o de tipo palanca biomecánicamente hablando, mientras que sigue siendo fácil reconocer una técnica tradicional básica bien conocida (técnicas de lanzamiento de gokyō) en ellas. Sin embargo, existen otras soluciones "no clásicas" aplicadas en competición y que son diferentes a las "Innovadoras" (Henka Throws), que definimos como "Formas Caóticas" (2010).

A menudo, estos lanzamientos caóticos se limitan principalmente a la clase de grupo de palanca. Cuando se analizan más a fondo este tipo de lanzamientos, se aclarará la diferencia real entre los objetivos de kuzushi/tsukuri en ambos grupos biomecánicos de lanzamientos. Los "lanzamientos caóticos" se caracterizan por la aplicación de diferentes posiciones de agarre que aplican fuerza en diferentes direcciones (no tradicionales) mientras se aplican simultáneamente (puntos de parada) en posición no clásica, utilizando trayectorias de acortamiento "no racionales" (más largas o diferentes a las habituales) entre los atletas. Estas técnicas no se denominan clásicas, y esta es una de las mayores dificultades para describirlas de forma clásica. A partir de ahí, surge la cuestión de si es necesario utilizar un nuevo nombre para diferentes lanzamientos. Sobre los nombres de los lanzamientos clásicos de judo, es oportuno considerar las palabras de Kazuzo Kudo, uno de los últimos estudiantes de Jigoro Kano, en su libro "Técnica dinámica de lanzamiento de judo" dijo: "Los nombres de jūdō se dividen en las siguientes categorías:

1. Nombre que describe la acción: o-soto-gari, de-ashi-barai, o-uchi-gari-gaeshi.

2. Nombres que emplean el nombre de la parte del cuerpo utilizada: hiza-guruma, uchi-mata.

3. Nombres que indican la dirección en la que lanzas a tu oponente: yoko-otoshi.

4. Nombres que describen la forma que toma la acción: tomoe-nage ('tomoe' es un símbolo en forma de coma).

5. Nombres que describen el sentimiento de las técnicas: Yama-Arashi, Tani-Otoshi.

La mayoría de las veces, los nombres de las técnicas judo utilizarán el contenido de una o dos de estas categorías. La biomecánica, en cambio, no da nombres, pero ayuda a la comprensión, aclarando la acción mecánica de la herramienta utilizada para estas técnicas. De esta manera, los nombres son superfluos. Lo principal es entender el mecanismo interno y aplicarlo en cualquier situación.

La forma caótica de los lanzamientos:

Fig 5.3.q.r.s.t. Lanzamiento caótico: Grupo de palanca -Sin nombre;



Fig 5.3.q.r.s.t. Chaotic Throw: Lever Group -No name;



Fig5.3.u.v.w.z.aa.bb.cc.dd. Couple Group-No name; u,v,w. Lever Group-No name z,aa Couple Group-No Name; bb,cc, Lever Group -Reverse Morote Seoi Nage.

5.4 Análisis biomecánico de algunos lanzamientos seleccionados

A partir de la segunda edición de este libro, se realizaron muchos estudios en todo el mundo en muchos laboratorios diferentes sobre técnicas de lanzamiento de judo. Durante estos años, a pesar de las naciones históricas como Japón y Francia, muchos grupos interesantes y fuertes de investigadores nacidos en algunos países como España, Brasil, Polonia y Portugal, pero también algunos otros países muestran individualidades interesantes como Estados Unidos, Austria, Bosnia, Croacia, Egipto, Inglaterra, Alemania, Corea, Rumania, Rusia, Serbia, Italia y otros.

Los lanzamientos de judo no solo son la parte más efectiva y estética del judo, sino también la más compleja. Los investigadores tratan siempre de captar la parte interna de estos movimientos mediante estudios cada vez más profundos. Durante estos años, varios investigadores primero dispersos y sin contacto, gracias a los continuos esfuerzos de la educación dell'EJU, a través de su concurso anual de pósteres, encontraron un momento de contacto y confrontación que

cada vez más va en beneficio de la investigación sobre el judo. El punto importante es la capacidad de proporcionar la información científica obtenida no solo con los colegas investigadores sino también con los usuarios finales: profesores, entrenadores y deportistas.

Prácticamente todos los lanzamientos ya están analizados, pero a partir de las estadísticas de la competición, muchos estudios se centran en el lanzamiento más frecuente aplicado: el Seoi y el Uchi Mata. La gran importancia de Seoi en la competición de alto nivel y su alta efectividad en el concurso real es la razón principal de muchos estudios realizados en todo el mundo en estos últimos sesenta años.

Se desarrollará una visión general de algunas investigaciones a nivel mundial para mostrar cuántos detalles y desde cuántos puntos de vista diferentes se estudiaron estas técnicas en los laboratorios de tantas universidades. Tantos campos diferentes de investigación demuestran que comprender el Judo, perteneciente a la clase de los deportes de doble situación, es una tarea muy difícil y multicompleja. Los estudios a nivel mundial sobre Uchi Mata y su familia (Cupla de fuerza tronco-pierna) son numerosos como los estudios sobre la familia Seoi, pero la principal diferencia es que la herencia japonesa en técnicas de cupla era tan pesada que muchos trabajos estaban demasiado enfocados en pequeñas particularidades sin una visión común poderosa como el punto de vista biomecánico. A pesar de este hándicap, muchos de los datos obtenidos (especialmente para Uchi Mata) son muy interesantes.

La concentración específica de los investigadores en Uchi Mata es comprensible debido a que la frecuencia estadística y la efectividad de este lanzamiento en la competición son más altas que el Seoi, como se puede ver en la siguiente tabla. A continuación, intentamos mostrar algunas investigaciones interesantes de todo el mundo.

FRA		JPN		URSS		Autres	
Uchi-mata	25,5 %	Uchi-mata	15,8 %	Uchi-mata	11,4 %	Suwari-seoi-nage	13,8 %
O-uchi-gari	11 %	Suwari-seoi-nage	13,3 %	Seoi-nage, Kata-guruma	9,6 %	Uchi-mata	13,4 %
O-soto-gari	7,7 %	Ko-uchi-gari	10,7 %	Suwari-seoi-nage	7 %	O-uchi-gari	8,7 %
Sode-tsuri-komi-goshi	7,4 %	O-uchi-gari	9 %	Kuchiki-daoshi	7,7 %	Ko-uchi-gari	7,4 %
Ko-uchi-gari	7,4 %	O-soto-gari	7,3 %	O-soto-gari	7,4 %	Seoi-nage, Kata-guruma	7,4 %
Kuchiki-daoshi	7,4 %	Tomoe-nage	6 %	Sode-tsuri-komi-goshi	7 %	Hara-goshi	7 %
Suwari-seoi-nage	5,3 %	Seoi-nage, Kata-guruma	5,1 %	Tai-otoshi	7 %		

Tab. 5.4.a Percentage of throws utilization of French, Japanese and Russian Athletes.

Cinemática y parámetros cinéticos

El primer estudio oficial publicado sobre la Biomecánica del Lanzamiento de Judo fue Kinetic of Judo por Matsumoto e Ikai Kodokan Bulletin N°1 1958. Este es uno de los enfoques biomecánicos completos del lanzamiento de judo. El artículo da datos sobre ocho lanzamientos analizados por fotografías, pero es fácil entender que probablemente se analizaron más lanzamientos. Este artículo muestra la perfecta organización del judo japonés en preparación para los Juegos Olímpicos de Tokio 1964. En este artículo, el distinguido Prof. Y. Matsumoto analizó con su amigo Ikai toda la cinética de los lanzamientos de judo: centros de movimientos de masa, ángulos de proyección, velocidades de aterrizaje, fuerzas de impacto, el estudio de las fases de Tsukuri Kuzushi y la relación entre la efectividad de los trucos y el centro de masa. Todo el artículo es un análisis muy profundo de cada fase de lanzamiento, de lo más interesante y un documento maestro para

los siguientes investigadores. En las siguientes figuras, podemos ver algunos de los resultados obtenidos para Seoi y Hiza Guruma (no muy utilizados, pero ¿quizás uno de los Tokui Waza de Geesink?)

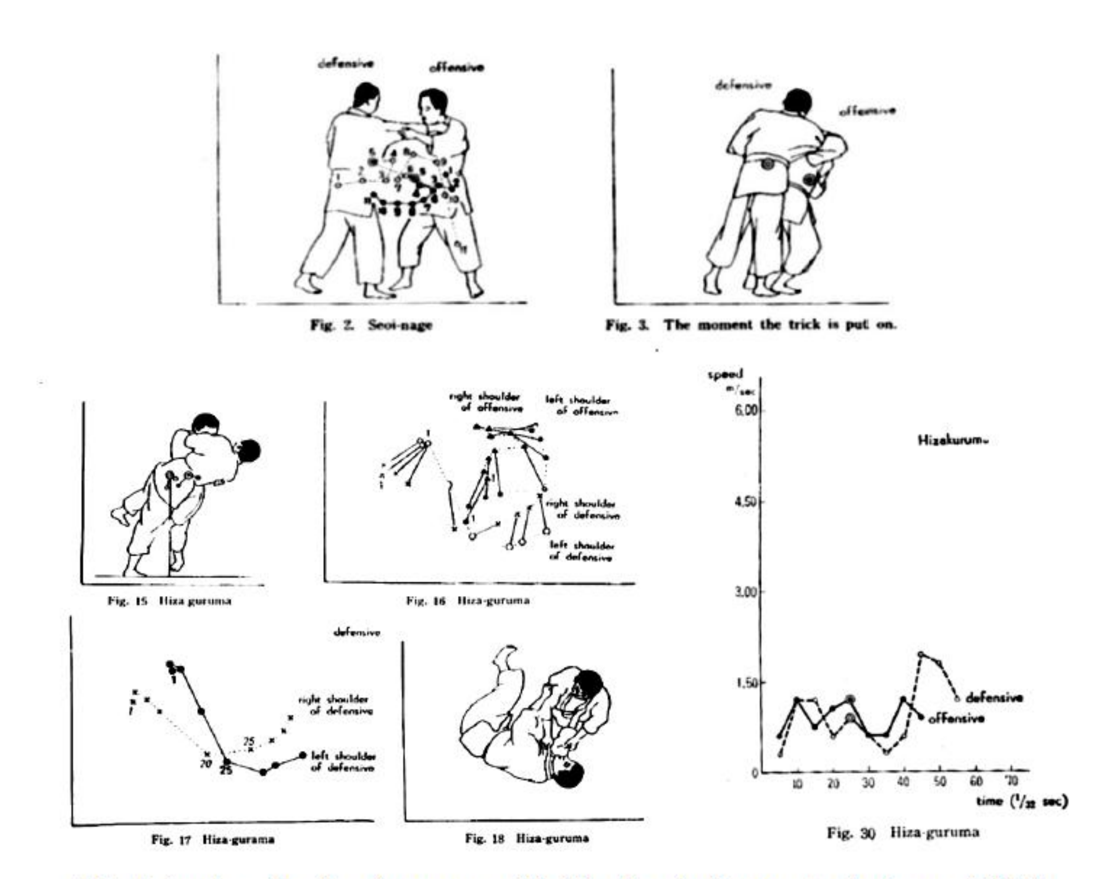
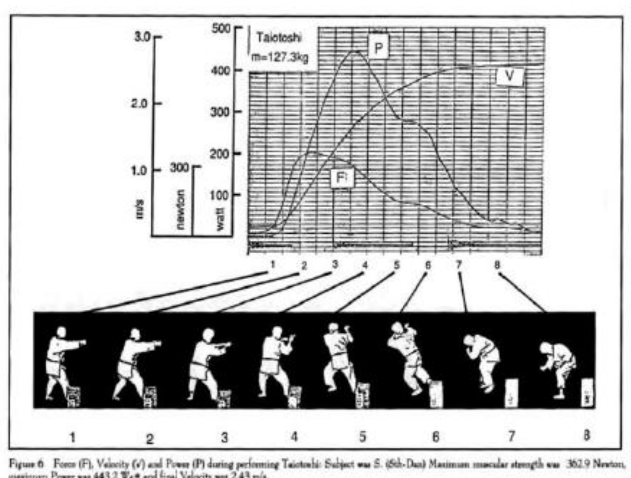


Fig.5.4.a.b .c.d.e.f.g, Japanese old kinetic studies on techniques (1958)

Technique	Landing vel. m/sec	Landing angle	Angle offensive	Impact kgm/sec
Seoi-nage	3.37	74	30	239～249
Katakuruma	5.18	70	65	315～336
Haraikoshi	4.90	70	0	299～318
Tsurikomikosh	7.00	60	60	445～518
Hizakuruma	1.95	68	0	130～140
Osotokari	1.98	90	0	146～146
Tomoenage	5.89	42	68	291～436
Ukiwaza	6.02	40	60	249～391

Tab.5.4.b, Japanese old Kinematic studies

El primer trabajo japonés (publicado en EE.UU.) sobre la biomecánica del lanzamiento de judo, con ergómetros específicos, fue producido por Shukoh Haga y Kiyomi Ueya. Estos dos autores publicaron un trabajo similar sobre el judo femenino en el Bulletin of Kodokan 1984. El nombre del artículo americano publicado en los EE.UU. en 1997 (unos diez años después) era "Estudio biomecánico de las Técnicas de nage waza del Judo". Los objetivos eran encontrar datos sobre la velocidad, la fuerza y la potencia de las técnicas aplicadas, principalmente Harai Goshi, Tai Otoshi e Ippon Seoi Nage. El resultado muy interesante fue la demostración de que un mejor lanzador (Tai Otoshi) aplica más fuerza, potencia y velocidad que un lanzador menos hábil. El resultado fue: velocidad 1,8 m/s; 2,43 m/s; Fuerza 112 N, 362,9 N; y Potencia 260 W, 443,2 W.



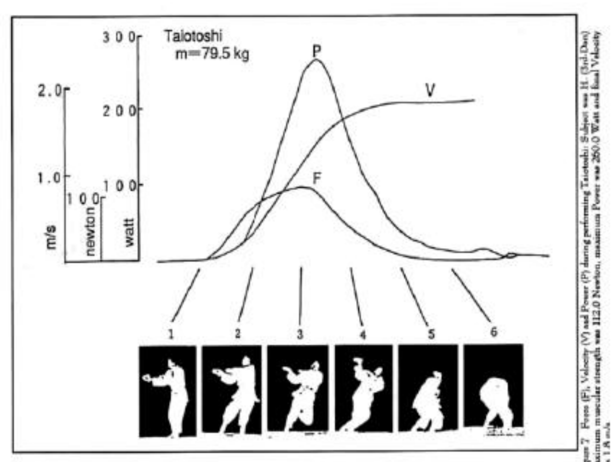


Fig.5.4.h.i, First Biomechanics Japanese Study published in the US.

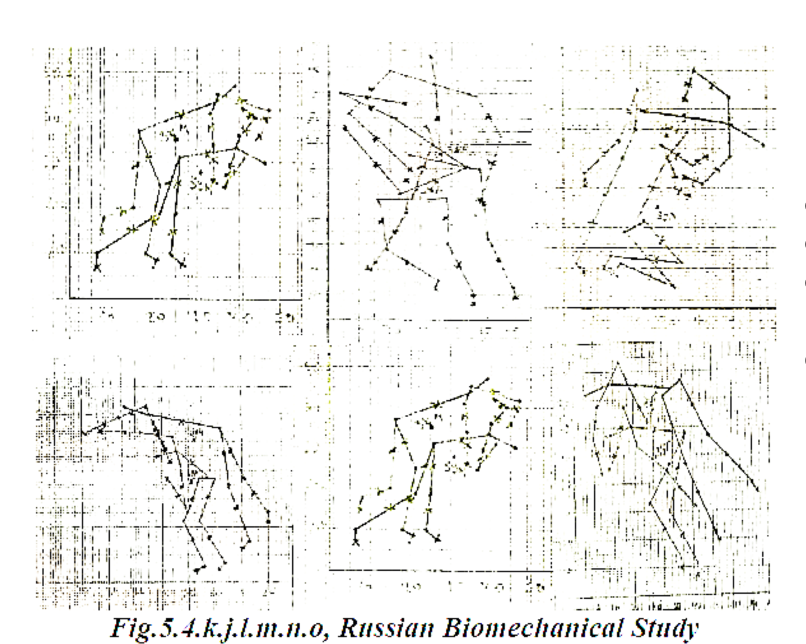


Fig.5.4.k.j.l.m.n.o, Russian Biomechanical Study

Muy pocos trabajos procedían de Rusia. Kovalenko y Kukhitiy (2007) realizaron una evaluación biomecánica de todos los lanzamientos sobre la espalda en judo, analizando diferentes variantes de ejecución. El objetivo de la investigación fue encontrar una base técnica común para incrementar la habilidad técnico-táctica más conveniente del deportista.

Desde los EE. UU., Imamura y otros hicieron estudios muy profundos e inteligentes, algunos artículos también en conexión con investigadores japoneses (Iteya y otros). El análisis de O Soto Gari, Harai Goshi y Seoi, fue realizado principalmente por estos autores, con hallazgos muy interesantes. Las más originales fueron la proposición de "La Teoría de la Resistencia a la Reacción".

Durante sus estudios sobre las fases kuzushi - tsukuri, Imamura encontró un llamado movimiento de resistencia de reacción, y este movimiento era un movimiento lateral lejos de Tori tirando de las manos en la dirección medio-lateral o para que O soto gari empujara en la dirección hacia adelante disminuyendo el centro de masa. Imamura propuso que estas acciones (menos evidentes durante la pelea real) son reacciones inconscientes aplicadas por Uke contra Tori para detener la fase Kake. Otros hallazgos de Imamura y col., están relacionados con la evaluación del mayor grado de colisión para las técnicas de par-fuerzas Harai goshi y O Soto gari, con respecto a la habilidad para aplicar Seoi Nage, que está conectado al grupo de palanca física con trayectoria helicoidal en la simetría cilíndrica. En las siguientes figuras, se muestran los picos de reacción en el versus negativo para Harai goshi, O Soto Gari y Seoi Nage.

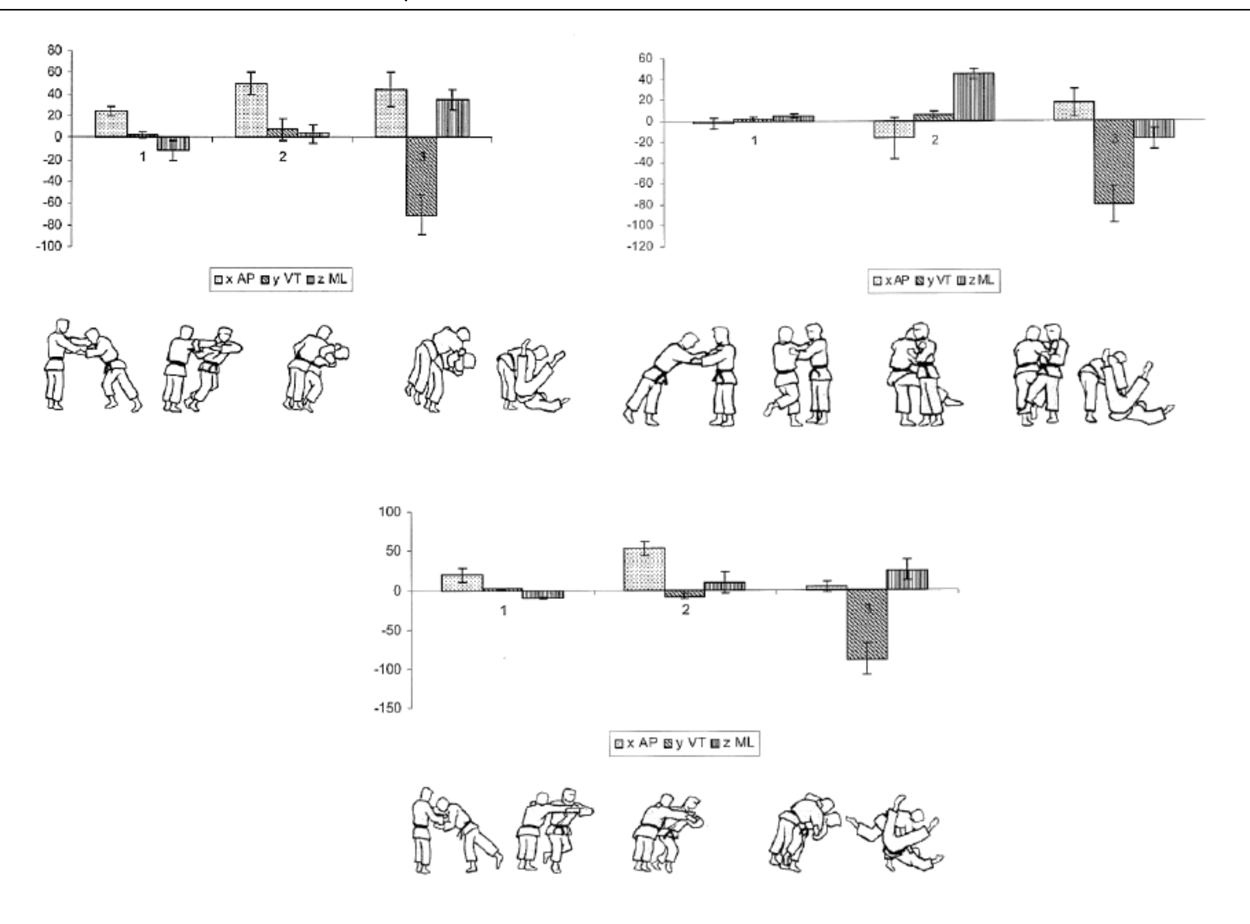


Fig.5.4.p.q.r, US Biomechanical Study

Otros hallazgos fueron producidos en Alemania por Vieten y col., quienes intentaron conectar la efectividad de los lanzamientos con el impulso lineal transferido por Tori a Uke. En las siguientes figuras se muestran algunos de los principales resultados de la comparación entre Hane Goshi y Harai Goshi. Las dos situaciones, Uke empujando y Uke tirando, pero avanzando, muestran claramente que en la situación tirando pero avanzando, el impulso de Tori aplicado es mayor en el estado de ambas técnicas, mientras que en la situación de empuje, Tori utiliza una parte del empuje de Uke aplicando un menor impulso inicial para el adversario.

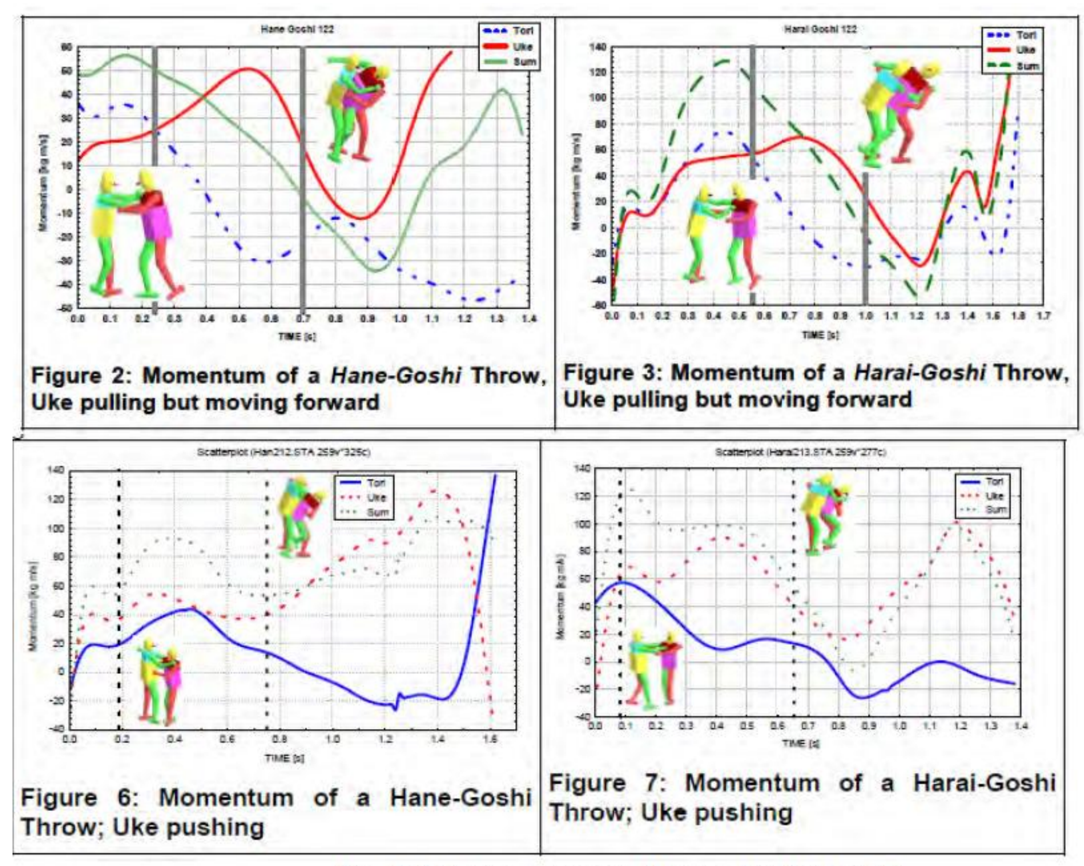


Figure 2: Momentum of a *Hane-Goshi* Throw, Uke pulling but moving forward

Figure 3: Momentum of a *Harai-Goshi* Throw, Uke pulling but moving forward

Figure 6: Momentum of a Hane-Goshi Throw; Uke pushing

Figure 7: Momentum of a Harai-Goshi Throw; Uke pushing

Fig.5.4.s.t.u.v, German Biomechanical study

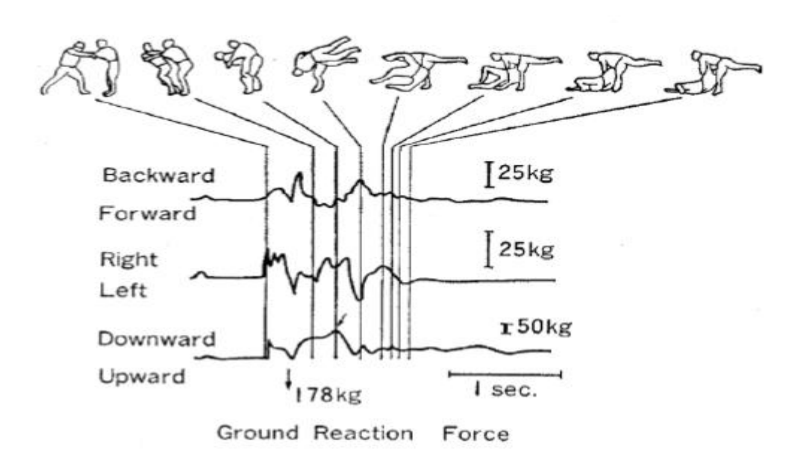


Fig.5.4.w.Japanese modern Biomechanical study

En 1984, Hashimoto y col., realizaron un estudio completo sobre Uchi Mata mediante dos cámaras de alta velocidad y una plataforma de fuerza sincronizadas. Algunos de los resultados interesantes se muestran en las siguientes figuras. La fuerza máxima por video y plataforma correspondió a un 2%, y el resultado fue aproximadamente 1,5 la suma del peso corporal de Tori y Uke. Y el impulso evaluado en el contacto con el suelo para Uke en la siguiente secuencia 1) extremidad superior derecha, 2) extremidad inferior derecha, 3) tronco lado izquierdo, 4) cabeza; con los siguientes impulsos 31,5 kg; 118 kilos; y 73,7 kg.

En las siguientes figuras podemos ver respectivamente: el desplazamiento único COM relativo tanto a Tori como a Uke, la variación temporal de los vectores de velocidad tridimensionales, el sistema relativo y general. Movimiento COM en el tiempo recalculado por película y el último cambio de impulso de las cadenas biomecánicas del atleta.

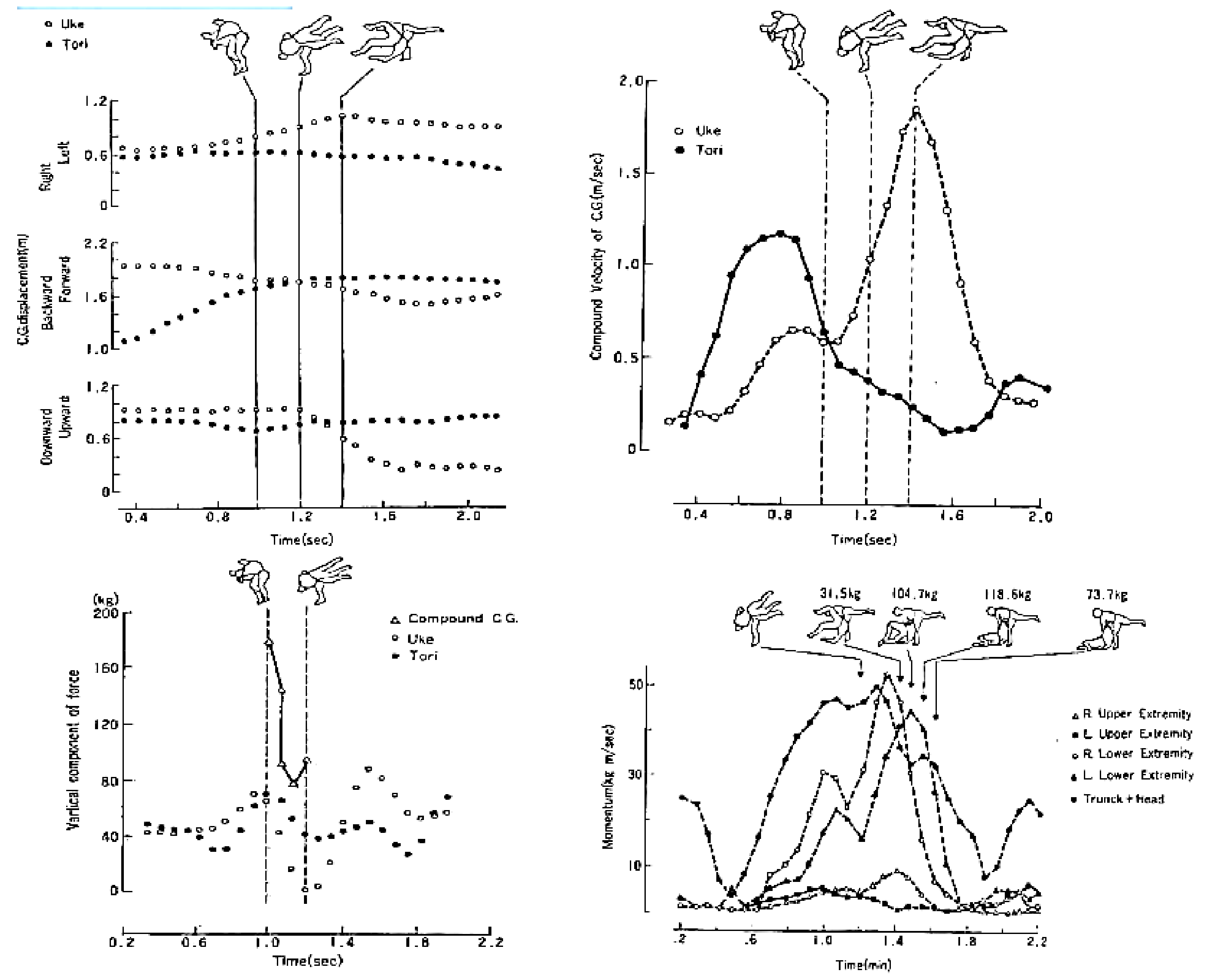


Fig.5.4.x.y,z,aa,.Japanese modern Biomechanical study

Aoki, Hashimoto y col., de trabajo realizaron un estudio profundo sobre seoi nage mediante dos cámaras sincronizadas analizando las películas obtenidas mediante un software analizador de movimiento. Los principales resultados fueron que el GRF era aproximadamente tres veces el peso del cuerpo de Tori, y también calcularon la fuerza de impacto para cada segmento del cuerpo de Uke sobre la colchoneta, oscilando entre 60 kg y 496 kg. En las siguientes seis figuras, podemos ver respectivamente el cambio de COM de ambos atletas, la evolución temporal de tai kanzenkei kaku (ángulo en equilibrio inclinado hacia adelante) y hiza kansetsu kaku (ángulo de rodilla), las fuerzas que actúan durante el tiempo en las plantas de los pies de Tori durante la primera y segunda mitad de la fase de nage, la potencia, velocidad y fuerza aplicada por Tori, y por último el resumen de las fuerzas realizadas para el movimiento de seoi nage.

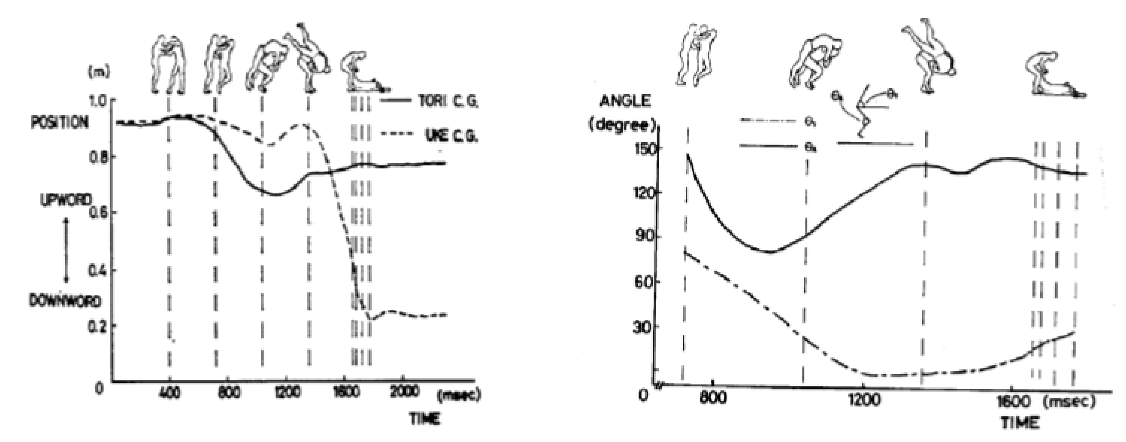


Fig.5.4.aa,bb.Japanese modern Biomechanical study

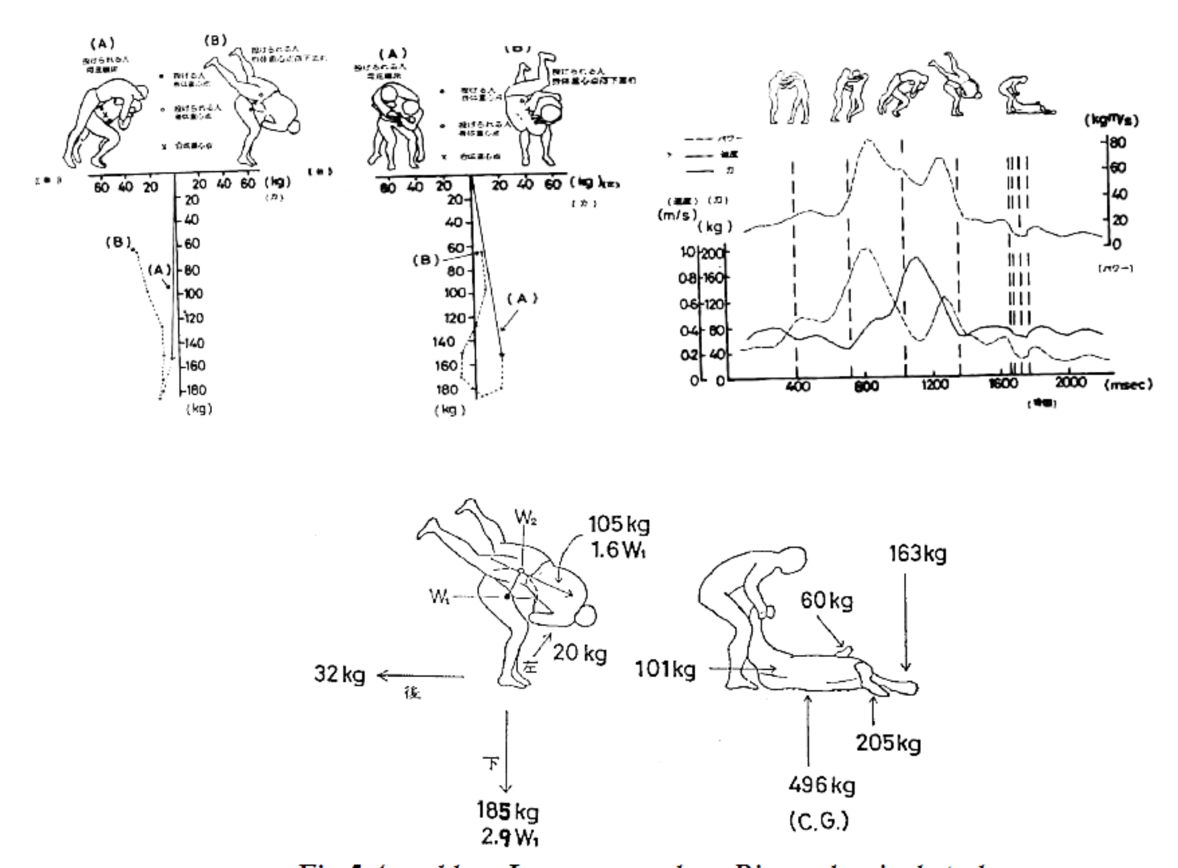


Fig.5.4.cc,dd,ee,Japanese modern Biomechanical study

Desde Austria, Hassmann y col (2011) realizaron una prueba de rendimiento de judo utilizando un dispositivo de fuerza de tracción que simula los lanzamientos de Seoi Nage.

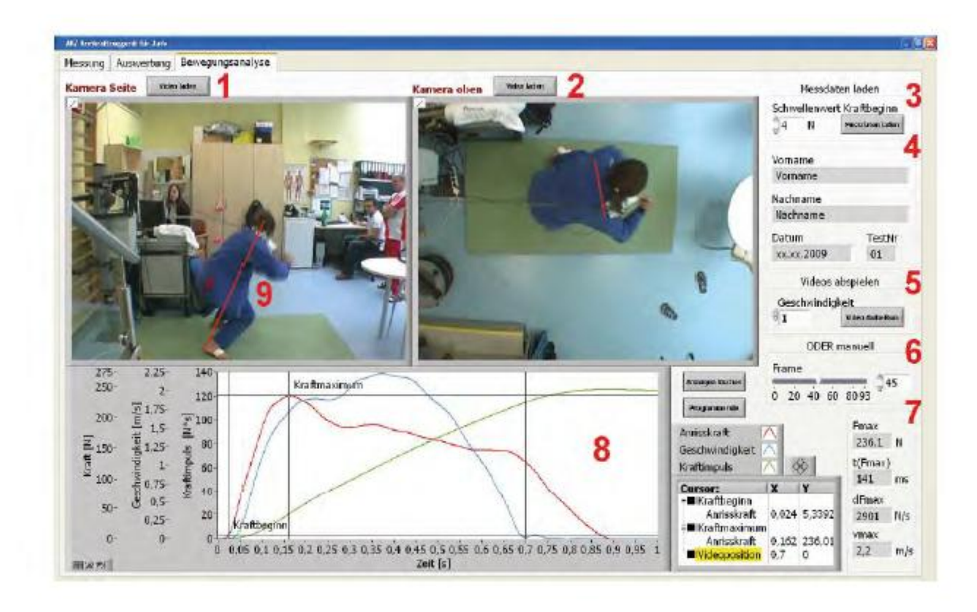


Fig.5.4. ff. The layout of the performance test simulating Seoi Nage

España. Carretero & López Elvira (2014): Impacto sobre la rodilla producido por la técnica Seoi Otoshi. Relación con años de practica y grado de judo

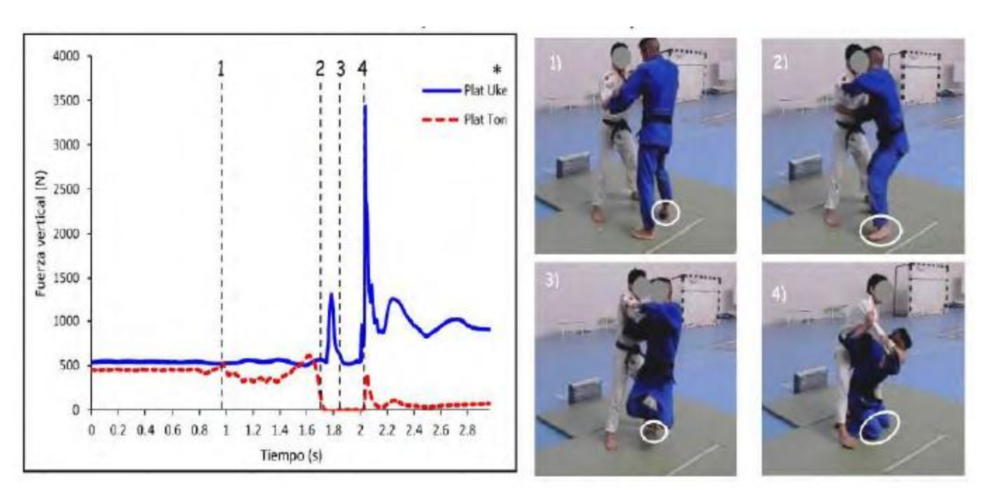


Fig.5.4.gg. Knee Impact in Suwari Seoi [34]

Egipto. Ibrahim Fawzi Mustafa. (2010). Impulso de fuerza de partes del cuerpo como función para la predicción del impulso total y el punto de rendimiento de la habilidad Ippon Seoi Nage en judo.

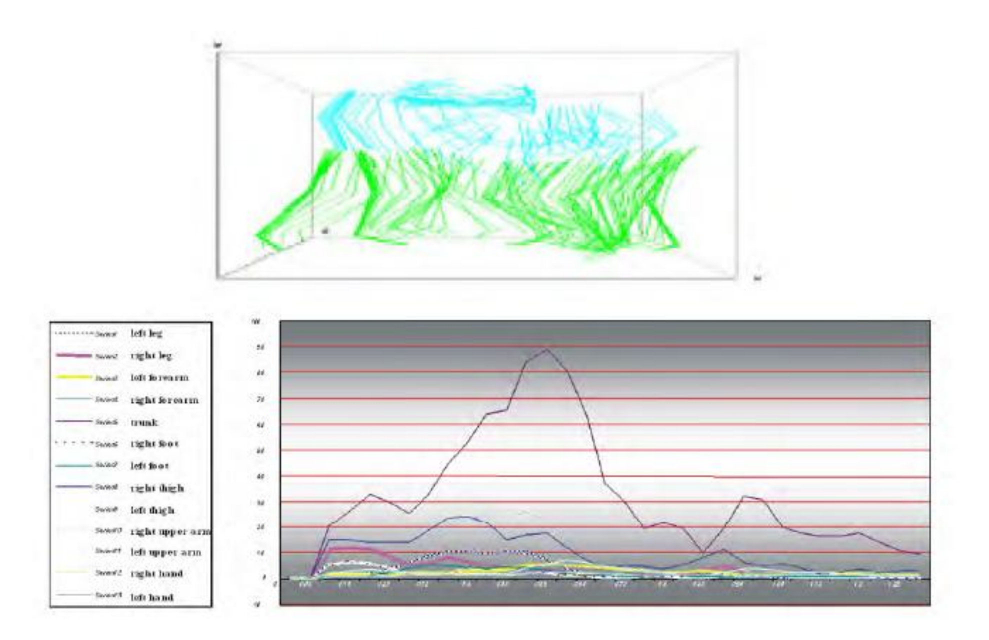


Fig.5.4.hh. Graph of partial forces and total impulse of Seoi performance.

Corea. Ji Tae y Seong-Gyu (2006): Un análisis cinemático de Morote Seoi Nage según los tipos Kumi Kata en Judo.

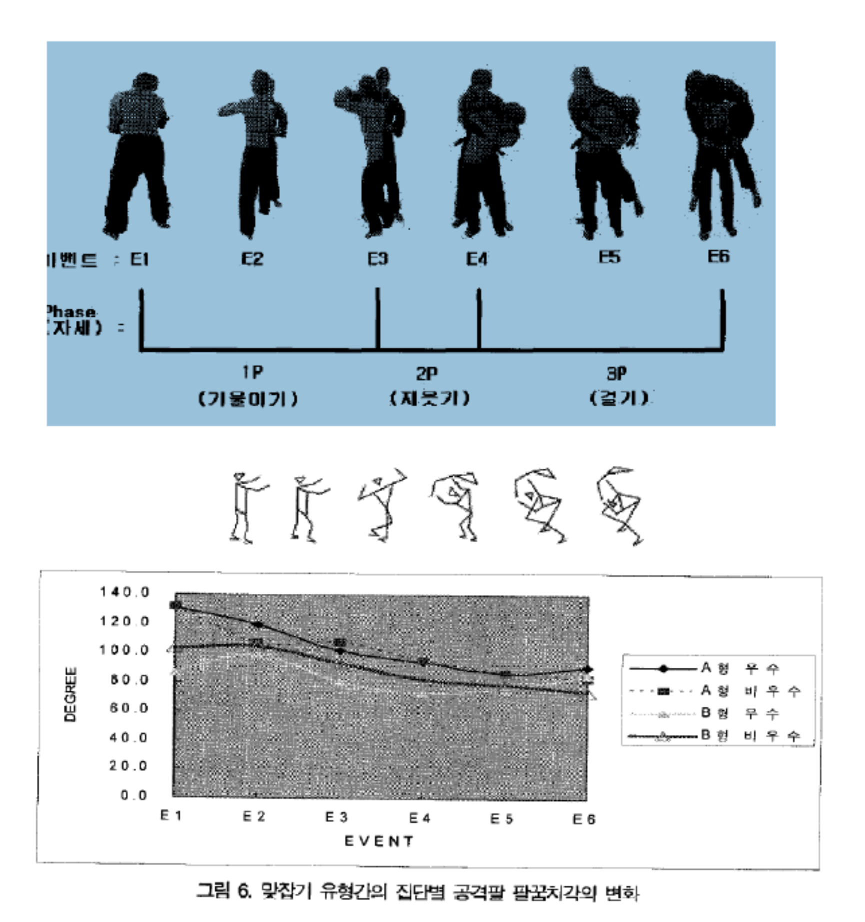
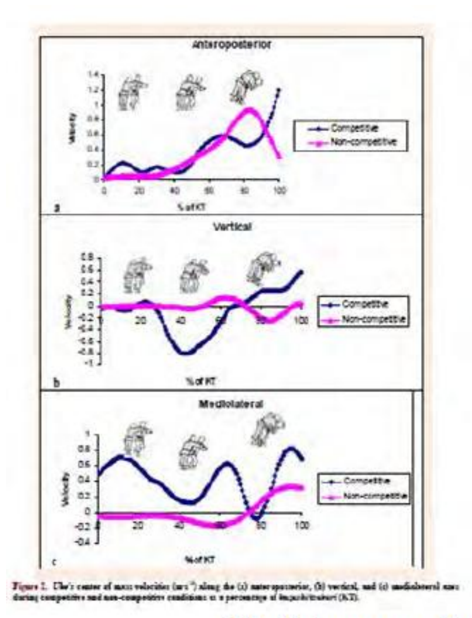


Fig. 5.4.ii.ll Layout and Attack Angle in Morote Seoi Nage [



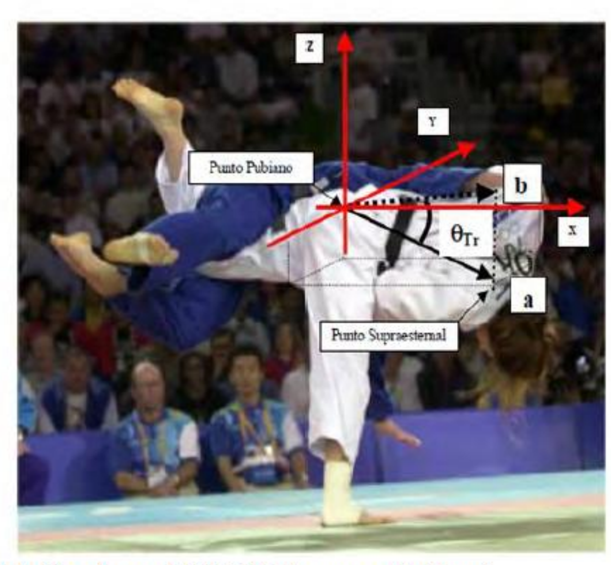


Fig.5.4.mm.nn Spanish thesis on Uchi Mata way of attack

Durante este tiempo, se realizaron estudios biomecánicos muy avanzados sobre lanzamientos de judo en la Universidad de Poitiers. Este equipo, utilizando las herramientas científicas más avanzadas como el sistema Vicon, los transductores de fuerza, el software avanzado, etc., ha desarrollado los resultados más interesantes y originales sobre la biomecánica de los lanzamientos de judo, como la energía mecánica global, la potencia de las articulaciones, los componentes de la fuerza, la distribución de los momentos entre las rodillas, las caderas y el tronco durante las fases de Kuzushi-Tsukuri-Kake, etc. (ver Invariantes de Acción y Métodos de Enseñanza Biomecánicos). En las siguientes figuras se muestran algunos resultados relacionados con los estudios de Suwari Seoi y Uchi Mata. Algunos datos interesantes están relacionados con el desarrollo temporal de las fuerzas de agarre durante los lanzamientos, ya que es posible ver que el brazo izquierdo en Suwari Seoi trabaja más duro que el derecho, a menos que, en la acción de lanzamiento, sea diferente la acción del brazo izquierdo en Uchi Mata porque siempre el brazo derecho trabaja más duro durante toda la ejecución del lanzamiento. En las tablas, se muestran los datos relativos a la fuerza máxima aplicada a la manga y al cuello.

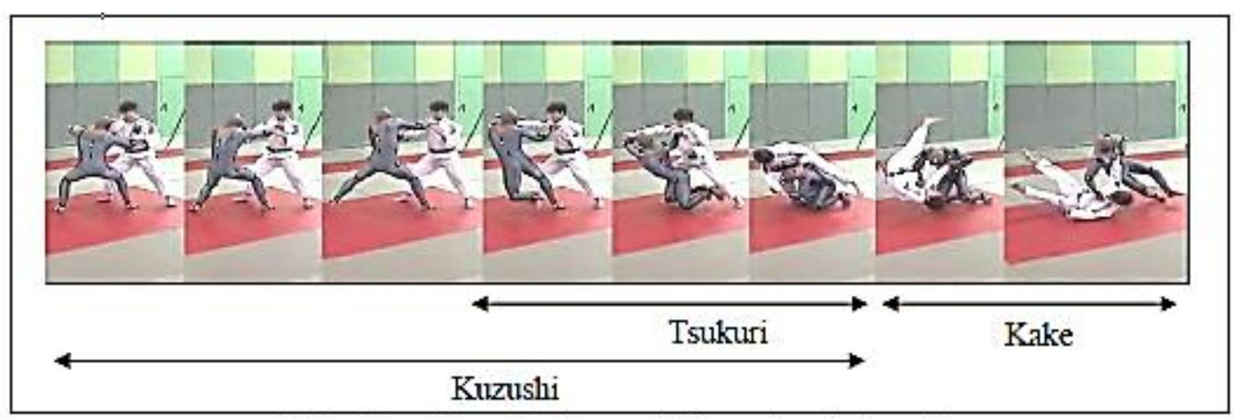


Fig.5.4.pp.French advanced Biomechanical study

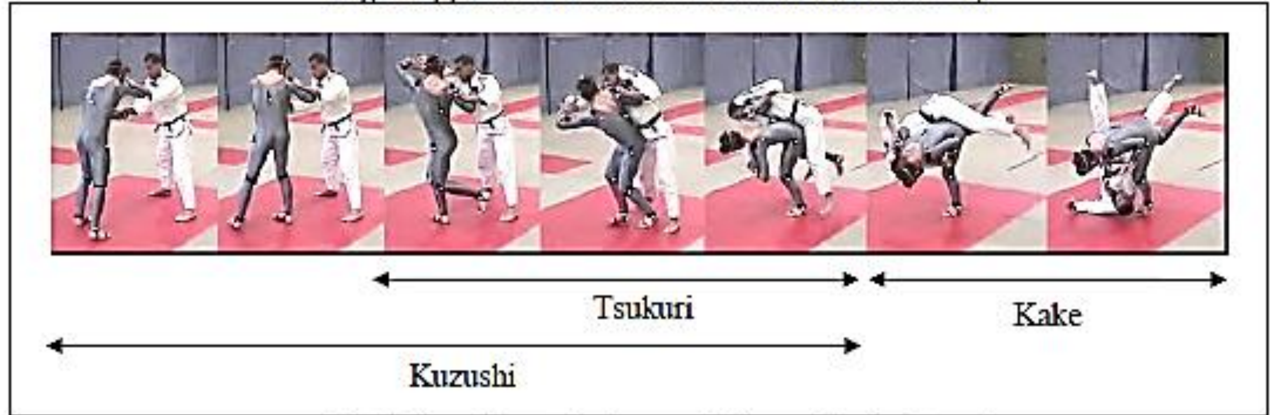


Fig.5.4.qq, French advanced Biomechanical study

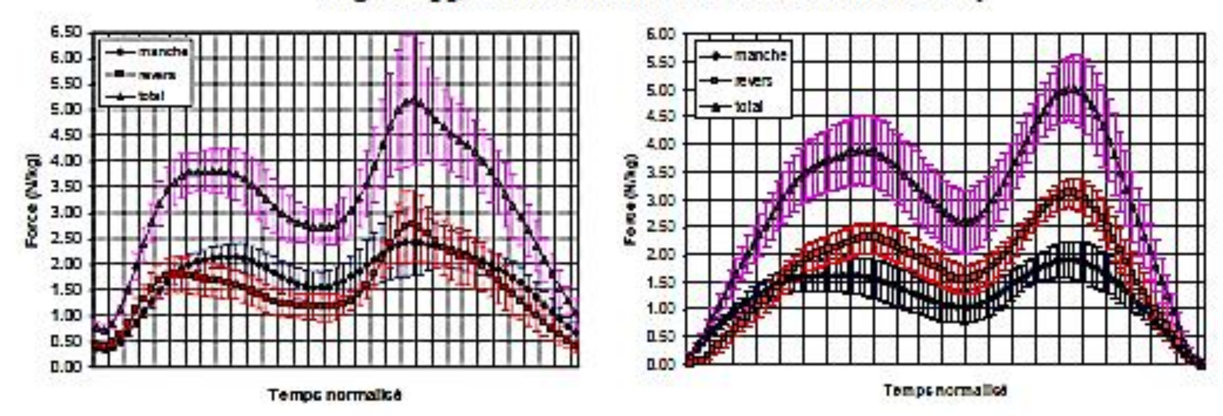


Fig.5.4.rr.French advanced Biomechanical study Time Forces evolution

Table 1	MSN group	Position of the sensors	Peak 1 (N/kg)	Plateau (N/kg)	Peak 2 (N/kg)
	Average joining forces	Collar	1,7 ± 0,3	1,2 ± 0,3	2,7 ± 0,6
		Sleeve	2,1 ± 0,2	1,6 ± 0,3	2,5 ± 0,6
		Global	**3,8 ± 0,5**	**2,8 ± 0,6**	**5,2 ± 1,2**

Tab.5.4. c Results of French studies

Table 2	UM group	Position of the sensors	Peak 1 (N/kg)	Plateau (N/kg)	Peak 2 (N/kg)
	Average joining forces	Collar	2,3 ± 0,3	1,6 ± 0,3	3,1 ± 0,3
		Sleeve	1,6 ± 0,3	1,1 ± 0,3	1,9 ± 0,3
		Global	**3,9 ± 0,6**	**2,7 ± 0,6**	**5,0 ± 0,6**

Tab 5.4. d. The result of French studies

La última figura muestra uno de los resultados más interesantes obtenidos por el grupo de Poitiers (Trilles, Blais y otros) estudiando el efecto de la Técnica Deportiva Efectiva sobre la rotación porque cada atleta en la misma técnica (Suwari Seoi) realiza el movimiento de giro a su manera. Estos diferentes estilos se muestran mediante los diferentes números de pico en las figuras. Es posible ver diferentes estilos de actuación, uno, dos o más picos de rotación.

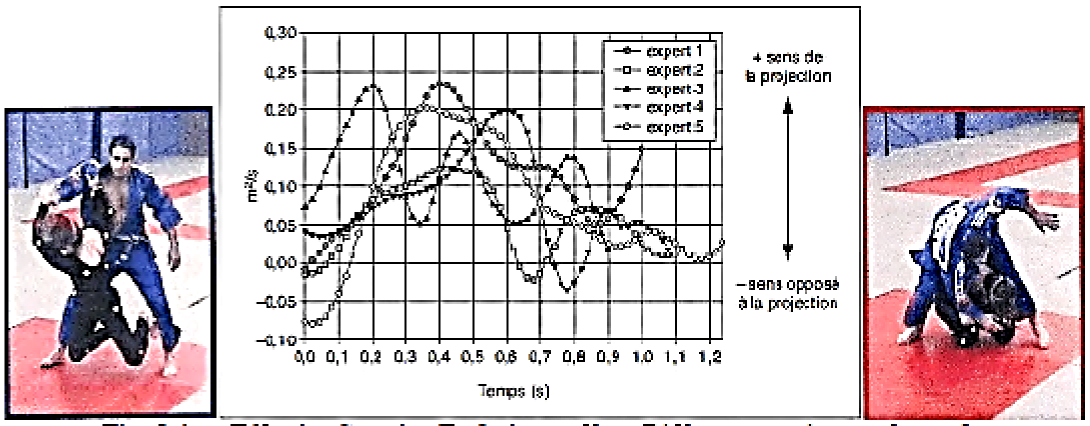


Fig. 5.4.ss. Effective Sportive Technique effect, Different rotation peak numbers

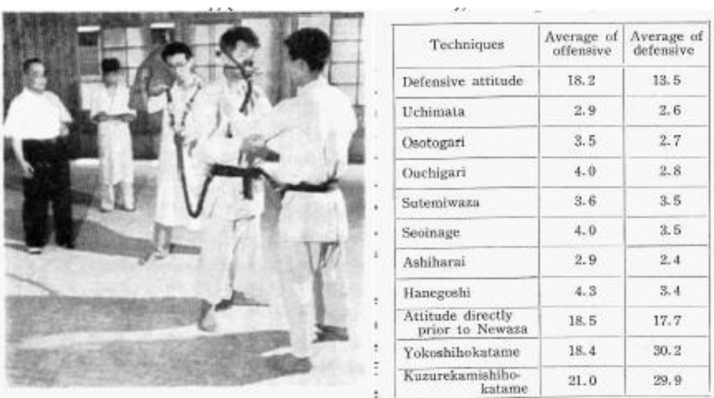
Esta es la demostración experimental de la existencia y diferencia entre las Técnicas Deportivas Racionales (como modelo ideal inmutable) y las Técnicas Deportivas Efectivas (como variación personal aplicada por diferentes Deportistas) con las que se pueden obtener importantes resultados deportivos. Las diferencias entre las variaciones efectivas dependen no sólo de las diferencias antropométricas sino también de la situación real en la competición y del estilo personal al realizar las habilidades de judo.

Un interesante intento de analizar la diferencia entre velocidades de ataque más pesadas y ligeras (llamado en el estudio rendimiento de velocidad) fue realizado por Almansba y sus colaboradores en 2008. El resultado fue que la velocidad de lanzamiento fue diferente entre las dos categorías: 1. El más liviano tenía más velocidad en Seoi Nage; 2. El más pesado tenía más velocidad en Uchi Mata y 3. No hubo diferencia en O Soto Gari.

Estos resultados experimentales concuerdan con el estudio teórico realizado por el autor en 1990 (véase el apéndice I) en el que se evaluó la frecuencia de ataque [12] inversamente proporcional a la raíz cuadrada de la masa de los atletas, directamente a la raíz cuadrada de su consumo de oxígeno y de su eficiencia de ataque (página 439) y la diferencia en el cambio de velocidad [13] sería directamente proporcional al consumo de oxígeno y la eficiencia e inversamente a la masa (página 437), utilizando los parámetros utilizados en la investigación: peso < 66 Kg y < 73 Kg, estas dos cantidades son numéricamente muy similares. Considerando para simplificar la misma eficiencia de cada ataque, la diferencia en el peso medio y en el consumo medio de oxígeno para cada técnica nos da el resultado de que la diferencia global es solo de alrededor del 0,8%. Este valor es demasiado pequeño para justificar una clara diferencia cuantitativa sobre el valor medio de las tres técnicas sin analizar el valor de fluctuación de las eficiencias más profundas y la diferencia de valores en oxígeno y peso para cada atleta.

Costo de energía

El primer trabajo completo sobre el costo de la energía de los lanzamientos fue realizado por Yoshizo Matsumoto de la Universidad de Tokio en 1957-8. Estos trabajos pioneros se llevaron a cabo con bolsas Douglas para el cálculo de la MRR (Tasa Relativa Metabólica)[14]. En las siguientes figuras, podemos ver al Prof. Matsumoto durante las investigaciones aplicadas a todas las técnicas del Judo, tanto de lanzamiento como de sujeción (Tachi Waza-Osae Waza), y algunos de los resultados obtenidos.



Techniques	Average of offensive	Average of defensive
Defensive attitude	18.2	13.5
Uchimata	2.9	2.6
Osotogari	3.5	2.7
Ouchigari	4.0	2.8
Sutemiwaza	3.6	3.5
Seoinage	4.0	3.5
Ashiharai	2.9	2.4
Hanegoshi	4.3	3.4
Attitude directly prior to Newaza	18.5	17.7
Yokoshihokatame	18.4	30.2
Kuzurekamishihokatame	21.0	29.9

Fig.5.4.tt. Old Japanese studies on Oxygen consumption

Con estos resultados, es posible ver, de acuerdo con los hallazgos de la biomecánica, que el consumo medio de energía para los lanzamientos de un par de fuerza es menor que el de los lanzamientos de palanca y que para Tachi Waza, el consumo ofensivo es mayor que para los defensivos, en contraste con Ne waza en donde se puede ver el mayor consumo energético de las situaciones defensivas respecto de las ofensivas. El análisis más actual y completo del gasto energético de los lanzamientos fue realizado por Franchini y colaboradores (2008) que analizaron tres técnicas específicas diferentes (Seoi Nage, Harai goshi y O uchi gari). Las mediciones generales se realizaron con herramientas más modernas y actualizadas como el italiano Kosmed K4 en relación con la contribución del sistema anaeróbico aláctico. La cinética del consumo de oxígeno post-técnica o, en otras palabras, los datos de VO2 respiración a respiración post-técnica se ajustaron a un modelo exponencial.

---

12 $f = \frac{1}{2\pi^2 r}\sqrt{\frac{2\eta O_2}{m}}$

13 $\langle v(t)v(t')\rangle = \frac{2}{m}\eta O_2 e^{-\frac{\mu}{m}(t-t')}$

14 $MRR = \frac{O_2^{exs.} - O_2^{rest}}{O_2^{basal}}$

$$VO_2(t) = \overline{VO}_2(t_{rest}) + A\left[e^{-\left(t/\tau\right)}\right]$$
$$W_{aas} = A \cdot \tau$$

con Waas como contribución del sistema anaeróbico aláctico

Sus interesantes hallazgos se muestran en las siguientes tablas con los resultados comparativos de Sugiyama y Kajitani (1995).

	Seoi nage KJ/throw	O uchi gari KJ/Throw	Harai goshi KJ/Throw
Sugiyama 1995	8.12 (3.3)	5.31 (0.33)	
Franchini 2008	13.65 (4.3)	11.85 (4.95)	12.9 (4.55)

Tab.5.4.c, In Franchini, is also considered the alactic and lactic contribution, not considered in Sugiyama

Estos resultados confirman las diferencias en el gasto energético entre las técnicas de par de fuerzas y de palanca, mostrando la conveniencia energética para el primer grupo. Muchos otros tipos de investigaciones confirman estos datos. En las siguientes figuras se muestran dos tipos más de investigación: Franchini y compañeros de trabajo: Gasto de energía en diferentes técnicas de lanzamiento de judo (2008).

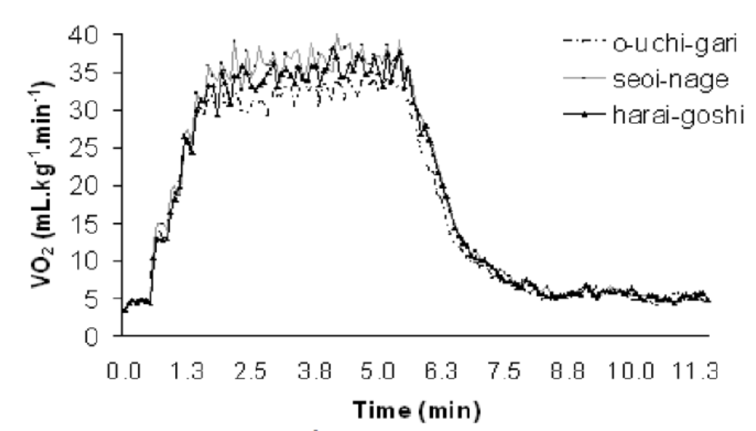


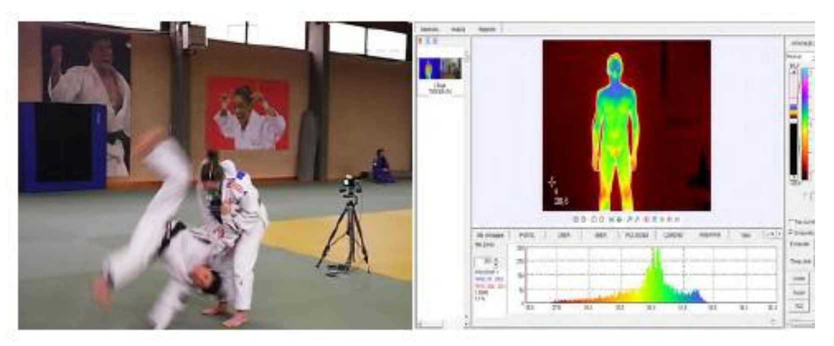
Table 1: Oxygen uptake, heart rate and blood lactate responses for three judo throwing techniques.

	Seoi-nage	*Harai-goshi*	*O-uchi-gari*
VO_2 ($mL.kg^{-1}.min^{-1}$)	33.71±5.68 **	32.28±5.10	29.97±6.10
Heart rate (bpm)	146±14	140±11	139±16
$[La^-]_{rest}$ ($mmol.L^{-1}$)	0.94±0.26	1.02±0.51	0.90±0.33
$[La^-]_{peak}$ ($mmol.L^{-1}$)	1.80±0.56	2.02±1.33	1.73±0.88

VO_2 = arithmetic mean of oxygen uptake during 5-min activity for each technique; $[La^-]_{rest}$ = blood lactate concentration before each technique; $[La^-]_{peak}$ = highest blood lactate value measured 1, 3 and 5 min after the completion of 5-min of activity for each technique (one throw each 15s); ** significantly different from *o-uchi-gari* (P < 0.01)

Fig.5.4.uu. Metabolic results among different throws

Sacripanti y col., (2015): Termografía infrarroja-cuantificación calorimétrica del gasto de energía en tipos biomecánicamente diferentes de técnicas de lanzamiento de Judo. Un estudio piloto.



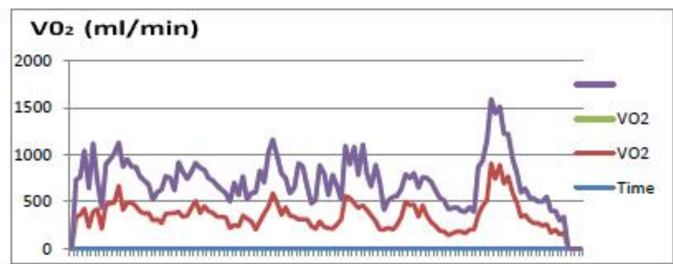


Fig 5.4.vv.ww.zz. Differences between Seoi and Uchi Mata by metabolimeters and thermal camera

Groups	Judo -Throws	K Joule
	Uchi Mata	4,2
COUPLE	Ashi Arai	3,6
	O Soto Gari	4,3
	Ippon Seoi Nage	5,3
LEVER	Koshi Guruma	5,8
	Tai Otoshi	4,9

Tab 5.4.d Difference in Metabolic absolute values of throw biomechanics groups (1980 Sacripanti)

Bibliografía

[1] Almansba, R., Franchini E., Sterkowicz S., Imamura R.T., Calmet M., Ahmaidi S. A comparative study of speed expressed by the number of throws between heavier and lighter categories in judo. Science & Sports, 23 (2008) 185-188

[2] Barbuceanu, M., Stanescu N.D., Biomechanical Previsions of Accidents in Judo. Mechanics - Papers 2006.

[3] Blais, L., Trilles F. The Progress Achieved by Judokas After Strength Training with A Judo-Specific Machine. Journal of Sports Science and Medicine, CSSI, 132-135, 2006.

[4] Blais, L., Trilles F. Analyse mécanique comparative d'une meme projection de judo: Seoi Nage, réalisée par cinq experts de la Fédération Française de Judo. Science & Motricité n° 51 — 2004/1.

[5] Blais, L., Trilles F., Lacouture P. Three-Dimensional Joint Dynamics and Energy Expenditure During the Execution of a Judo Throwing Technique (Morote Seoï Nage). Journal of Sports Sciences, 25(0): 1 – 10, 2007.

[6] Blais, L., Trilles F., Lacouture P. Validation of A Specific Machine to The Strength Training of Judokas. Journal of Strength and Conditioning Research, 21(2), 409–412, 2007.

[7] Calmet M, Pierantozzi E, Muroni M, Franchini E. Judo: il tokui waza Athlon 9 2015

[8] Calmet M, Pierantozzi E, Muroni M, Franchini E. Judo: didattica dello "speciale" Esempio di progressione didattica nell'insegnamento del tokui waza Athlon 10 2015

[9] Castaño, A.R.G., Velásquez C.A.A. Correlacion Entre los Coeficientes de Entradas y Lanzamientos en Judo y El Coeficiente de Lateralidad Manual en Judokas Antioqueños. Investigación para optar al título de Especialista en Educación Física: Entrenamiento Deportivo. Universidad de Antioquia Instituto Universitario de Educacion Fisica Medellin, 1998.

[10] Challis D A comparison of two methods of teaching judo to 9-11-year-old children Judo Science Symposium Rotterdam 2009

[11] Da Costa J.M., E. Analise Biomecanica da Tecnica de Judo – Sasae-Tsuri-Komi-Ashi. Dissertacao apresentada a prova de mestrado no ramo das ciencias do desporto, espaciallidade de treino de alto rendimento, nos termos do capitulo II do Decreto-Lei n° 216/92 de Outubro, Porto, Universidade do Porto, Faculdade De Ciencias do Desporto e de Educacao Fisica, 2003.

[12] Da Costa F.B, E. Analise Cinematica da Tecnica de Judo – Yoko Tomoe Nage. Dissertacao apresentada a prova de mestrado no ramo das ciencias do desporto, espaciallidade de treino de alto rendimento, nos termos do capitulo II do Decreto-Lei n° 216/92 de Outubro, Porto, Universidade do Porto, Faculdade De Ciencias do Desporto e de Educacao Fisica, 2007.

[13] Da Silva, L.L.F., De Assis S.P.A. Análise Cinesiológica Dos Golpes De Koshi Waza Do Judô: A Importância De Execução Do Kuzushi, Tsukuri E Kake. ISBN: 85-85253-69-X - Livro de Memórias do V Congresso Científico Norte-nordeste – CONAFF.

[14] Da Silva Roquette, J.M. Caracaterizacao De Instrumentos No Ambito Da Sistematica Das Actividades Desportivas. Analise Comparativa De Duas Tecnicas De Projeccao Do "Gokyo", Trave Da Avaliaco Dos Seus Custos Energeticos Relativos – "O-Soto-Gari" E "Ko-Soto-Gari". Iniversidade Tecnica De Lisboa Faculdade De Motricidade Humana, 1991.

[15] Daniel, R. Optimizarea Căderilor Competiţionale În Prevenirea Accidentelor Ce Afectează Membrele Superioare, La Judoka Pubertari (12-14ani). Specialitatea: 13.00.04 – Teoria şi metodica educaţiei fizice, antrenamentului sportiv şi culturii fizice de asanare teză de doctorat în pedagogie. Chişinău, Institutul National De Educatie Fizica Si Sport Al Republicii Moldova, 2004. [

16] Detanico, D., Giovana dos Santos S., Cunha dos Reis D. Relação Entre A Proporcionalidade Corporal De Judocas E As Técnicas De Preferência: Um Enfoque Biomecânico. XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007.

[17] Dietrich, G., Dupond M. Etude de la Coordination Inter Segmentaire Dans L'execution D'un Mouvement de Judo. Archives of Physiology and Biochemistry, Vol. 103, No. 3, Pages C117-C117, 1995.

[18] Dos Santos, S.G., Melo S.I.L, Heidrich R.M., Moro A.R.P., Reis D.C. Aceleração e tempo de duração de impacto em segmentos corporais do judoca durante a realização de ukemi em diferentes tipos de tatames. Rev Port Cien Desp 7(2) 156–166, 2007.

[19] Exton M, Yura T, A Biomechanical Study on Tomoe-Nage Of Judo Techniques 1991

[20] Ferreira Gomez F, Bastos F, Meira J, Neiva & GoTani, Effects of distinct practice conditions on the learning of the o soto gari throwing technique of judo, Journal of Sport Science, May 2016

[21] Franchini, E., Cássio de Moraes Bertuzzi R., Degaki E., de Campos Mello F., Fiebig E., Lemos Silva W.F.F. Energy expenditure in different judo throwing techniques. Proceedings of first Joint International Pre-Olympic Conference of Sports Science and Sports Engineering: Nanjing, China, August 4-7, 2008.

[22] Franchini E, Cassio de Moraes Bertuzzi R, Takito M, Kiss M, Effect of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non specific judo tasks European Juorn. Appl. Physiology DOI 10.1007/s0042-009-1134-2

[23] Gomes, F.R.F. Aprendizagem Do Kuzushi (Desequilibrio) Nos Golpes De Judo O Soto Gari E Tai Otoshi. Dissetracao apresentada a Escola de Educacao Fisica e Esporte da Universidade de Sao Paulo, 2007.

[24] Imamura, R.T., Hreljac A., Escamilla R.F., Edwards W.B. A Three-Dimensional Analysis of The Center Of Mass for Three Different Judo Throwing Techniques. Journal of Sports Science and Medicine CSSI, 122-131, 2006.

[25] Imamura, R.T., Iteya M., Hreljac S., Escamilla R.F. A Kinematic comparison of the judo throw Harai-goshi during competitive and non-competitive conditions. Journal of Sports Science and Medicine, 6(CSSI-2), 15-22, 2007.

[26] Imamura, R., Johnson B. A kinematic Analysis of a Judo Lef Sweep: Major Outer Leg Reap-Osotogari. Sports Biomechanics, 1 January 2009.

[27] Ishii T, Ae M, Biomechanical Factors of Effective Seoi-Nage In Judo 2014

[28] Koshida S, Ishii T, Matsuda T, Hashimoto T. Kinematics of Judo Breakfall For Osoto-Gari 2014

[29] Koshida S, Ishii T, Matsuda T, Hashimoto T. Biomechanics of the judo backward breakfall: comparison between experienced and novice judokas, Archives of Budo Vol.10 2014

[30] Kim, E.h., Yoon H., Kim S.s., Chung C.w. Biomechanical Traits Analysis When Performing of Judo Uchimata By Posture and Voluntary Resistance Levels of Uke. ISBS 2005 / Beijing, China.

[31] Kukhtiy, S., Kovalenko A. Biomechanical Analysis of The Throw Over the Back in Judo (Different Variants of Performance). МОЛОДА СПОРТИВНА НАУКА УКРАЇНИ, 2007. Актуальні проблеми підготовки спортсменів. Т. III. С. 20 5-209

32] Lopes Melo S, Dos Santos G, Teixeira J, Piucco T. The mechanical efficiency of the o soto gari technique when applied to judokas of different heights Archives of Budo Vol.8 Issue 1, 2012

[33] Marrero-Gordillo, N., Balius-Matas X., Vargas-Barneond E., Carmona-Calero E., Perez-Gonzaleza H., Ramos-Gordillo A.s., Castaneyara-Perdomo A. Coaching and Sport Science Journal, 3,2:39-46, 1998.

[34] Miarka, B., Bruniera C.A.V., Del Vecchio F.B. Estudo De Caso De Proposta Para Otimizacao Do Ensinoaprendizagem No Judo: Cinemetria Do O-Soto-Gari. XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007.

[35] Minamitani, N., Minamitani H. A Case Study of Cai Applied to Ukemi Practice in Judo. 16 International Symposium on Biomechanics in Sports, 1998.

[36] Mircea, S. Strategii De Recuperare A Traumatismelor În Karate-Do Shotokan. Teză De Doctor În Pedagogie, Specialitatea: 13.00.04 Teoria şi metodica educaţiei fizice, antrenamentului sportiv şi culturii fizice de recuperare, Ministerul Educaţiei Tineretului Şi Spoprtului Al Republicii Moldova Institutul Naţional De Educaţie Fizică Şi Sport, 2006.

[37] Przeździecki, B., Kalina R.M., Harasymowicz J. Dependence between the level of movement competence in making safe falls (ukemiwaza) and age of adults. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006.

[38] Sacripanti A, Biomechanical classification of Judo Throwing Techniques (Nage Waza) V° International Symposium of Biomechanics in Sport Athens- Greece 1987 https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/0806/0806.4091.pdf;

[39] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo Mediterranee Publisher ISBN: 8827203486 Roma 1988

[40] Sacripanti A, Biomecanica do Judo Cultura y Controcultura I° Simposium Internacional de las ciencias del deporte aplicadas al Judo - Pamplona- Spain 1988

[41] Sacripanti A, Monti A, Educational, scientific program for children (6-13 years) practising judo. I° Congreso Internacional de luchas y juegos tradicionales Islas Canarias 1996 Espagna

[42] Sacripanti A, A Biomechanical Reassessment of the Scientific Foundations of Jigorō Kanō's Kōdōkan Jūdō https://arxiv.org/abs/1206.1135; 2012

[43] Santos L, Fernandez-Rio J, Ruia M, del Valle M, Callan, Challis B, Sterkowicz S, Threedimensional assessment of the judo throwing techniques frequently used in competition, Archives of Budo Vol 10, 2014

[44] Suárez, G.R. Análisis De Factores Biomecánicos Y Comportamentales Relacionados Con La Efectividad Del Uchi Mata, Ejecutado Por Judokas De Alto Rendimiento. Universidad De Granada, Tesis Doctoral, Edcación Física Y Deportiva, Ciencias De La Actividad Física Y El Deporte.

[45] Suárez, G.R., Davila, M.G. Análisis de los factores que determinan la inestabilidad del sistema toriuke en la técnica del uchi-mata en judo. Biomecánica, 10 (1), pp. 25-32, 2002.

[46] Vieten, M.M., Riehle H. Quantifying judo performance an attempt to judge the effectiveness of throwing attacks.

Capítulo 6. Biomecánica de las Técnicas de Trabajo de Suelo (Ne Waza)

Hoy en día, con los cambios aceptados en el reglamento de árbitros, el ne waza o la lucha en el suelo es más importante que hace muchos años. La situación biomecánica que se establece en el Tatami es muy diferente de una situación de pie porque, en esta última situación, un par de atletas es un sistema cerrado y físico aislado, en equilibrio estable, mientras que cada atleta no está más aislado y en equilibrio inestable.

Diferentes condiciones físicas subyacen en la colchoneta. En esta situación, cada atleta está en equilibrio estable, y si hay un competidor sobre el otro (sin agarres), el primero es un poco más inestable que el segundo (el COM superior es más alto que el otro COM).

Sin embargo, esta condición biomecánica diferente es capaz de reducir la aplicación de la fuerza potencial porque, en esta situación estable, solo se podrían aplicar palancas físicas para girar o revertir al adversario.

Durante la lucha terrestre, al igual que la lucha de pie, pueden ocurrir situaciones prácticamente infinitas, y es imposible describir la lucha terrestre en cada detalle específico.

El principio más importante es mover tu propio cuerpo antes de intentar mover al oponente; esto significa que la movilidad personal, también en el trabajo en el suelo, como la lucha de pie, es el parámetro más importante como la velocidad de ataque en la situación de pie.

Con una mejor movilidad, casi siempre hay una solución a cualquier situación en la que, girando, rodando, apartándose del camino, etc., el atleta logra de manera fácil, rápida y efectiva, lo que puede realizar. A la inversa, lo logra solo con un gran esfuerzo y lentamente, moviendo al oponente principalmente.

Las acciones técnicas se agrupan en el judo ne waza en tres grandes familias: Osae waza (Inmovilización), Shime waza (estrangulamiento) y Kansetsu waza (Palancas). Si lo comparamos con el Tachi waza, los Osae waza son como los lanzamiento en posición de pie, porque si alguien recuerda, tanto la asfixia como las palancas también están permitidos en posición de pie.

Durante el trabajo preliminar, el renzoku y el renraku waza están presentes con diferentes significados. En la lucha ne waza, muy a menudo las combinaciones son más complejas que Tachi waza porque usualmente, es más efectivo cambiar el tipo de técnica de una manera fluida y continua de osae a shime, a kansetsu y así sucesivamente, situación que las hace útiles y efectivas dependiendo de la posición relativa de los cuerpos y las necesidades reales de la situación específica.

La relajación y la velocidad relativamente lenta del ataque no hacen que el trabajo preliminar sea más fácil que las técnicas de pie; ambos tienen las mismas dificultades, aunque desde un punto de vista diferente; ambos muestran los mismos principios sobre la movilidad, la libertad de movimiento, el control sobre el adversario, el desequilibrio y la relajación.

Muchos libros están especializados en ne waza. De los más interesantes podemos considerar el libro de Feldenkrais "Higher judo" trabajo de base, Valin "Judo au Sol", Beaudoin "Ne Waza", Awazu "Merode de Judo au Sol", Flamand Gilbert "Campeón de Judo", Vismara "Judo Competizione", Kudo "Judo in action", Okano "Vital Judo", Kashiwazaki "Fighting Judo", Harrison "Judo on the ground", Adams & Carter "Olympic Judo Olímpico, técnicas de trabajo de suelo".

En los siguientes párrafos se mostrarán solo los conocimientos cognitivos de las Técnicas Racionales Deportivas y no los arreglos de aprendizaje cognitivo-motor, porque en el judo, según el conocimiento del autor, no existe un arreglo cognitivo separado y estructurado sobre este tema, sino que son introducidos por el Dr. Kano como técnicas complementarias en los arreglos anteriores.

6.1 Osae Waza: Principio físico y la clasificación

Inmovilización (Principios biomecánicos y clasificación conceptual)

Teniendo en cuenta el modelo de la Técnica Deportiva Racional de Hols, el principio biomecánico, que está en la base de la clasificación de Osae Waza, es muy claro y fácil de entender. Este principio físico que asegura que, si la presión ejercida por Tori sobre Uke, en decúbito supino sobre la colchoneta es mayor que una cantidad R igual a la fuerza de reacción máxima que Uke puede producir, el control será efectivo y duradero. *La única fuerza externa que actúa sobre el sistema acoplado será la fuerza de gravedad, que actúa sobre la masa del cuerpo de Tori y producirá el peso que funcionará como presión sobre la superficie del cuerpo de Uke, bloqueándolo en la colchoneta*.

Siempre hay que recordar que las palabras "inmovilización" y "retención" no describen el estado real de las cosas, sino que transmiten la idea de finalidad y fijeza que no existen en la acción. Una inmovilización es dinámica y cambia constantemente todo el tiempo. 0sae waza es la gran mayoría de todo el ne waza. Es vital comenzar con un conocimiento sólido de osae-waza. Aprender a voltear a un oponente con un agarre y luego mantenerlo allí es una de las habilidades clave del judo ne waza. El oponente generalmente se libera tan pronto como el atleta deja de anticiparse y controlar su próximo movimiento, perdiendo el control de la presión.

Es importante subrayar algunos detalles que singularizan, a la luz del análisis biomecánico. La diferencia más importante entre los grupos Kesa (sujeción de la bufanda) y Shiho (sujeción de cuatro cuartos) es que la presión ejercida por Tori es, en el primer grupo, aplicada por el lado lateral-costal del tronco; en el segundo, sobre el esternón del tórax. Esta diferencia anatómica significa una cantidad diferente de presión aplicada sobre el cuerpo de Uke; de hecho, recordando la fórmula:

$$\Delta P = \frac{\Delta F}{S} = \frac{\Delta mg}{S} \begin{cases} Kesa\ S_1 \\ Shiho\ S_2 \end{cases} if \rightarrow S_1 < S_2 \Rightarrow \frac{mg}{S_1} > \frac{mg}{S_2}$$

es posible afirmar que la presión ejercida por el *grupo Kesa* es mayor que la ejercida por el grupo Shiho. Esto es cierto en la condición biomecánica óptima y más relajada y con un buen control de caderas sobre Uke el cuerpo de Tori será, aún más, la condición real será como las óptimas.

En el *grupo Shiho*, la disminución de la presión necesita una ayuda cada vez mayor de las cadenas cinéticas superiores (brazos) para bloquear a Uke en la colchoneta. Los brazos y las manos son muy importantes para obtener un control efectivo sobre el adversario. Los agarres en el cuerpo de Uke tienen como objetivo bloquear su cuerpo fuertemente al cuerpo de Tori, proporcionando una disminución de la presión con el aumento de una conexión rígida entre los dos cuerpos, mientras que las cadenas cinéticas inferiores (piernas) normalmente tienen como objetivo contrastar la amenaza de rodar de Uke. Esta última acción es posible de dos maneras: o aumentando el impulso inercial de Tori (abriendo las piernas) o bloqueando el giro tentativo con la rodilla. La reacción más importante de Uke en el grupo Shiho es rodar. Entonces, si Tori obtiene el control de la cabeza del Uke, la acción óptima será bloquear la mejilla del Uke contra la colchoneta, entonces, por propiedades biomecánicas obvias, Uke no puede rodar en la dirección de la nuca del cuello, esto significa disminuir alrededor del 50% la capacidad de reacción de Uke.

En el *grupo Sankaku* (agarre triangular), la presión sobre la parte superior del tórax -omóplato, húmero- es aplicada por las caderas de Tori, y luego las cadenas cinéticas inferiores (piernas) bloquean los hombros del Uke mientras que las cadenas cinéticas superiores (brazos) se mueven con función estabilizadora.

Hay que recordar que la presión en el grupo Kesa se aplica por el lado latero-costal del tórax. En Shiho, la presión de grupo se aplica por el lado del esternón del tórax. Y finalmente, al final del grupo Sankaku, la pelvis aplica presión en relación con las cadenas cinéticas inferiores. Ya en la lucha, la presión de osaekomi está conectada a la zona de las caderas colocadas en Uke o a la cabeza y el cuello puestos en el cuerpo de Uke. Sobre esta base, es posible clasificar, biomecánicamente hablando, todas las presas por la presión ejercida y el consumo de energía conectado.

Tabla 6.1.a. Clasificación biomecánica de las técnicas de inmovilización

Grupo	**Presión**	**Gasto Energético**	**Estabilidad de Tori**	**Valor biomecánico**
Kesa	Alta	Bajo	Alta	Muy alto
Shiho	Media/Baja	Alto	Media	Buena
Sankaku	Media/baja	Alta	Media	Buena
Transición suelo	Muy baja	Muy alta	Muy baja	Pobre

El uso específico de las cadenas cinéticas, tanto superiores como inferiores, para cada grupo se puede dividir de la siguiente manera:

a. <u>Soporte primario</u> o lazo muy fuerte para sujetar: esta función está directamente relacionada con la presión ejercida. Entre mayor es la presión, menor es el soporte primario de las cadenas cinéticas,

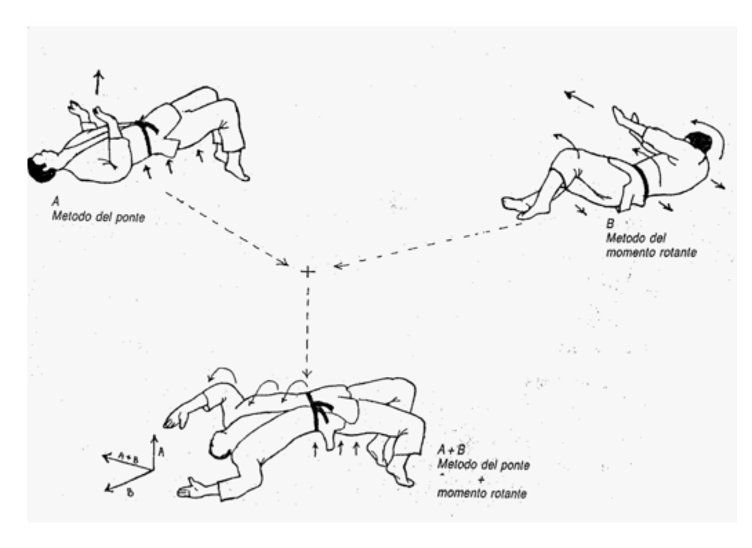
b. <u>Soporte secundario</u> o también estabilizador: esta función está conectada a la presión, pero también se relaciona con la posición de los cuerpos relativos.

Tabla 6.1.b.2. Conexión biomecánica entre cadena cinética y osae waza

Soporte primario		Soporte secundario	
Cadena cinemática	Grupo	Cadena cinemática	Grupo
Brazo	Kesa	Brazos y piernas	Kesa
Brazos	Shiho	Piernas	Shiho
Piernas	Sankaku	Piernas	Sankaku
Brazos y piernas	Transición	Brazos y piernas	Transición

Es necesario comprender los métodos defensivos conectados que Uke podría aplicar para romper el agarre. La defensa principal de Uke se basa en levantar el cuerpo de Tori mediante un puente, y cuando se levantan las caderas de Tori, Uke puede rotar y romper el agarre. Otros métodos están relacionados con la capacidad de Uke de aplicar shime (asfixia) o kansetsu waza (llaves de brazos) o de enganchar la pierna de Tori por sus piernas.

Los métodos biomecánicos de Uke para liberarse son:



a) Oposición directa a la presión ejercida por el método de puente de componentes de gravedad

b) Oposición indirecta a la presión ejercida por la rotación de componentes de gravedad

c) Oposición combinada a la presión ejercida por el puente de componentes de gravedad + rotación

Figura 6.1.a. Métodos biomecánicos para romper inmovilizaciones.

Fig.6.1.b.c.d.e.f.g.h.i.j, Example of Fighting and Classical Osae komi Waza (Zahonyi)

La clasificación del Kodokan considera solo a los grupos Kesa y Shiho, pero en su libro (Judo wa ko shite susume), T. Oda (fig., 6.1.c) describe antes las presas fundamentales (Osae Kata), la variación (Henka) y al menos 65 métodos para atacar

(Hairi Kata). Su clasificación considera cuatro grupos: Kesagatame-Kei, Shihogatame-Kei, Ukigatame-Kei y Sankakugatame-Kei.

Una de las clasificaciones completas y sistemas de aprendizaje motor fue realizada por Kawaishi. Mostró en su libro diecisiete presas clasificadas como laterales, longitudinales, transversales y transicionales, conectadas por una evolución de movimiento continuo.

Kesa gatame	Mune gatame	Ura shiho gatame
Kata gatame	Tate shiho gatame	Kami sankaku gatame
Kami Shiho gatame	Kuzure kesa gatame	Kuzure yoko shiho gatame
Kuzure kami shiho gatame	Kata osae gatame	Tate sankaku gatame
Gyaku kesa gatame	Ura gatame	Uki gatame
Yoko Shiho gatame	Kashira gatame	

Tab.6.1.c Oda osae komi waza classification

Kolychkine clasificó la osae waza por su método personal de movimientos primitivos y análogos.

Primitive	***Kusure kami shiho gatame***	***Yoko shiho gatame***	***Kusure kesa gatame***
Analogous	*Gyaku kesa gatame* *Kata osae gatame* *Kami shiho gatame* *Ura shio gatame*	*Mune gatame* *Tate shiho gatame*	*Kesa gatame* *Kata gatame* *Makura gatame*

Tab.6.1.d Kolychkine Osae waza classification

En el antiguo estudio japonés, se estudiaba un análisis sobre la posición del centro de gravedad en el osae waza, arte de aguantar en judo tanto la posición de cada COM como la posición de COM de un par de atletas. En las siguientes figuras, se muestran los resultados.

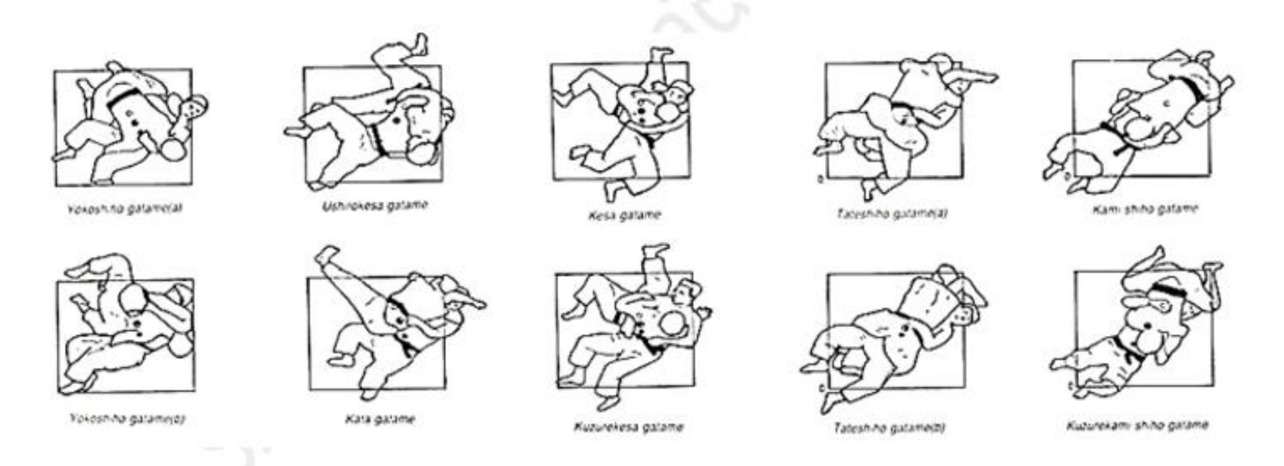


Fig.6.1.k. La posición relativa de COM en osae waza

En términos de consumo de energía, antiguos estudios japoneses demostraron que Tori desperdicia más energía durante el ataque de fase de pie (RMR 18.5 vs 17.7); inversamente durante ne waza, la situación se invierte por completo Uke desperdicia mucha más energía que Tori por ejemplo: Yoko Shiho (RMR 18.4 vs 30.2) y Kuzure kami Shiho (RMR 21 vs 29.9).

6.2 Shime Waza: Principio Físico de Asfixia y Clasificación

Abordaje biomecánico de la asfixia

En el deporte del judo, todas las variaciones de sujeción del cuello se conocen con el término global shime waza. El análisis biomecánico muestra que toda la sujeción del cuello se basa en el Principio de Palanca Física, como los lanzamientos del grupo de palanca. La principal diferencia entre ellos es que la asfixia se basa en la palanca física del segundo tipo o palanca interrresistente porque el cuello (la resistencia) siempre está en el medio entre el punto de apoyo y la aplicación de fuerza.

Bloqueo respiratorio	Bloqueo vascular (carotideo)		
Hasami jime Katate jime Hadaka jime Mae hadaka jime	Nami juji jime Gyaku juji jime Kata juji jime Ura juji jime Kata ha jime	Sode guruma jime Tsukkomi jime Tawara jime Oukuri eri jime Morote jime	Sankaku jime Gigoku jime Katsugi jime

Tabla 6.2.a. División fisiológica de las estrangulaciones

Asfixia respiratoria (AR)

La asfixia respiratoria o "arm bar" se facilita mediante la aplicación de presión mecánica directa o compresión sobre las estructuras de la porción anterior de la garganta. Aunque esta técnica también puede provocar la compresión de las arterias carótidas (lo que en última instancia conduce a la pérdida del conocimiento), la presión creada en la parte frontal de la garganta también causa asfixia al comprimir las tráqueas y restringir o inhibir la capacidad del sujeto para respirar. La compresión de las estructuras anteriores de la garganta puede provocar lesiones graves en el cartílago cricoides, el cartílago tiroides, el hueso hioides, la laringe y la tráquea. Cuando se aplica incorrectamente con un movimiento de tracción hacia arriba, las sujeciones respiratorias del cuello se han implicado en fracturas vertebrales.

Asfixia vascular (AV)

La asfixia vascular es una técnica que aplica compresión lateral a la estructura vascular del cuello del sujeto, lo que resulta en la oclusión parcial o completa de las arterias carótidas, así como en la oclusión de las venas yugulares. Una AV correctamente aplicada no comprimirá ni dañará las estructuras ubicadas en la porción anterior de la garganta, ni es probable que cause daño a las vértebras cervicales; la capacidad del sujeto para respirar no se ve afectada negativamente durante la compresión de VC. Es probable que el sujeto experimente dolor debido a la compresión y estimulación de varios nervios que se ven afectados, como el nervio hipogloso, el origen del plexo braquial y posiblemente el nervio supraescapular.

Kawaishi clasificó al shime waza en dos grupos a partir de la posición relativa de los cuerpos. Más que una clasificación, el fundador del judo francés presentó una progresión de aprendizaje motor basada en la continuidad fluida de los movimientos de una posición a la siguiente. El bloqueo se agrupó en dos series, la primera serie se basa en seis posiciones de salida, la segunda en cuatro. Las funciones internas de las cadenas cinéticas inferiores crecen en importancia.

PRIMER GRUPO DE KAWAISHI					
1. Kata juji jime	2. Gyaku jiji jime	3. Yoko juji jime	4. Oshiro jime	5. Okuri eri jime	6. Kata ha jime
7. Hadaka jime	8. Ebi garami	9. Tomoe jime	10. Eri jime	11. Kensui jime	12. Kata jime
13. Do jime	14. Hiza jime	15. Tsukkomi jime	16. Ebi jime	17. Hasami jime	18. Ohten jime
1. Narabi juji jime	2. Katat jime	3. Sode guruma	4. Hidari así jime	5. Kagato jime	6. Kami shiho jime
7. Kami shiho ashi jime	8. Kami shiho shami	9. Gyaku okurieri	10. Kaeshi jime	11. Gyaku gaeshi jime	

Tabla 6.2.b. Clasificación de Shime waza según Kawaishi

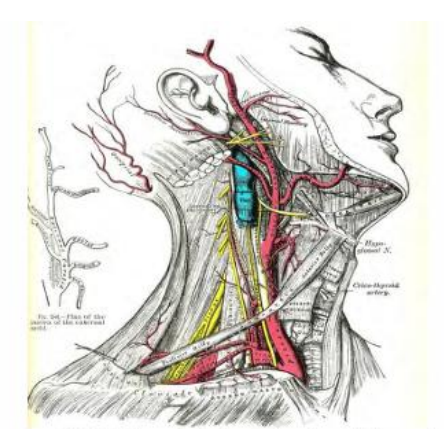


Fig.6.2.1a, Arteries and veins of the neck (by Gray's Anatomy)

6.2.1 Efectos fisiológicos.

La asfixia vascular afecta a varias estructuras de la cabeza, el cuello y la parte superior del torso. Cuando el atleta aplica una asfixia vascular al adversario, las estructuras óseas, los cartílagos, los músculos, el sistema circulatorio y el sistema nervioso se ven afectados en diversos grados. Es una combinación de estos factores juntos lo que hace que la técnica sea capaz de hacer inconsciente al sujeto. Ahora analizamos cada componente por separado.

Estructuras óseas

Las siete vértebras cervicales están presentes en la porción del cuello de los sujetos donde se aplica la Asfixia Vascular. Cuando se aplica correctamente, el atragantamiento no afectará negativamente a estas estructuras óseas. El esternón del adversario también podría verse afectado a medida que el atleta aplica presión hacia abajo y hacia adentro sobre el pecho del sujeto con la pierna del sankaku jime que lo rodea. Pero normalmente, por el bloqueo vascular como okuri eri jime y otros, el esternón no se ve afectado en absoluto. El hueso hioides es un pequeño hueso en forma de "herradura" ubicado en lo profundo de la garganta, debajo de la lengua. Una asfixia vascular correctamente aplicada no debería afectar negativamente al hueso hioides, ya que no hay compresión en las vías respiratorias del sujeto. La mandíbula es otra estructura ósea afectada por la asfixia vascular, ya que la compresión lateral aplicará presión a ambos lados de la mandíbula del sujeto. Esto resulta en una incomodidad para el sujeto, ya que los nervios ubicados en esta región se comprimen contra el proceso óseo de la mandíbula.

Cartílago

La tráquea, que contiene el cartílago tiroideo y el cartílago cricoides, se encuentra en la región del cuello donde se aplica la asfixia vascular. El cartílago tiroideo se encuentra justo encima del cartílago cricoides y se puede sentir como un área firme justo en la "nuez de Adán". Los anillos traqueales son más compresibles que los cartílagos tiroideos y cricoideos. La tráquea es la estructura que permite el paso del aire hacia y desde los pulmones. Una restricción vascular del cuello correctamente aplicada dará como resultado una presión mínima sobre estas estructuras; El daño o lesión es extremadamente raro.

Músculos

El complejo esternocleidomastoideo se origina en el esternón, y la clavícula, viaja hacia arriba a lo largo del costado del cuello y se inserta en la apófisis mastoidea del cráneo. El trapecio se origina en la columna vertebral cervical y tiene

inserciones en el cráneo, la escápula y la clavícula. La aplicación de asfixia vascular puede provocar dolor muscular temporal como resultado de la compresión después de una aplicación de compresión máxima. Es probable que estas estructuras musculares no se lesionen como resultado de una aplicación de asfixia vascular.

Sistema Circulatorio

1. Arterias:

Las arterias transportan la sangre oxigenada lejos del corazón. Son vasos gruesos de paredes musculares y son el aspecto de alta presión del sistema circulatorio. Las arterias que fluyen dentro o cerca del cuello son las arterias subclavia, carótida y vertebral. Las arterias del cuello no se comprimen fácilmente sin una presión específica y directa. Solo las arterias carótidas se ven directamente afectadas por la asfixia vascular. La sangre arterial se suministra al cerebro principalmente a través de la carótida interna y las arterias vertebrales. Las arterias vertebrales no se comprimen fácilmente debido a las estructuras vertebrales óseas que atraviesan en la parte posterior del cuello. Las arterias carótidas están ocluidas por la compresión de los lados del cuello por la aplicación de asfixia vascular.

2. Venas:

Las venas transportan sangre desoxigenada de regreso al corazón. Son de aspecto de paredes delgadas y baja presión del sistema circulatorio y se ocluyen fácilmente por la presión externa. Las venas involucradas en la aplicación de la asfixia vascular son las venas yugulares externas e internas. El retorno venoso desde el cerebro se realiza principalmente a través de la yugular interna y la yugular externa. Estas venas están rodeadas de tejido muscular y se ocluyen fácilmente por la presión cervical.

Sistema nervioso

Hay numerosos nervios que viajan a lo largo de los lados del cuello. El único nervio afectado que puede contribuir a la inconsciencia es el nervio vago. El nervio vago es una de las muchas estructuras fisiológicas involucradas en el control de la frecuencia cardíaca y la presión arterial. La estimulación artificial del nervio vago mediante compresión externa en el bulbo carotídeo puede provocar una disminución de la frecuencia cardíaca. La asfixia vascular se basa en la compresión de las arterias carótidas, la compresión de las venas yugulares y la compresión del bulbo carotídeo, que estimula el nervio vago. La totalidad de estos efectos resulta en una disminución en el suministro de sangre al cerebro, lo que a su vez conduce directamente a niveles alterados de conciencia. Debe entenderse que diferentes sujetos se ven afectados por la técnica de diferentes maneras, y algunos sujetos pueden no quedar inconscientes en absoluto (ninguna técnica es 100% efectiva). Los estudios más extensos sobre la asfixia se realizaron en Japón hace unos cuarenta años.

Estudios fisiológicos sobre estrangulaciones en judo con los siguientes objetivos:

1. Diferencias entre el vascular y respiratorio.
2. Efectos durante el tiempo de asfixia
3. Mecanismo fisiológico de la inconsciencia
4. Peligros en el estrangulamiento

Las respuestas a los puntos anteriores se obtuvieron mediante electroencefalografía, cantidad de oxígeno en sangre, electrocardiografía, variaciones en los volúmenes de los dedos y antebrazos, temperatura de la piel, movimientos respiratorios, reflejos pupilares, reacción urinaria, calambres y convulsiones.

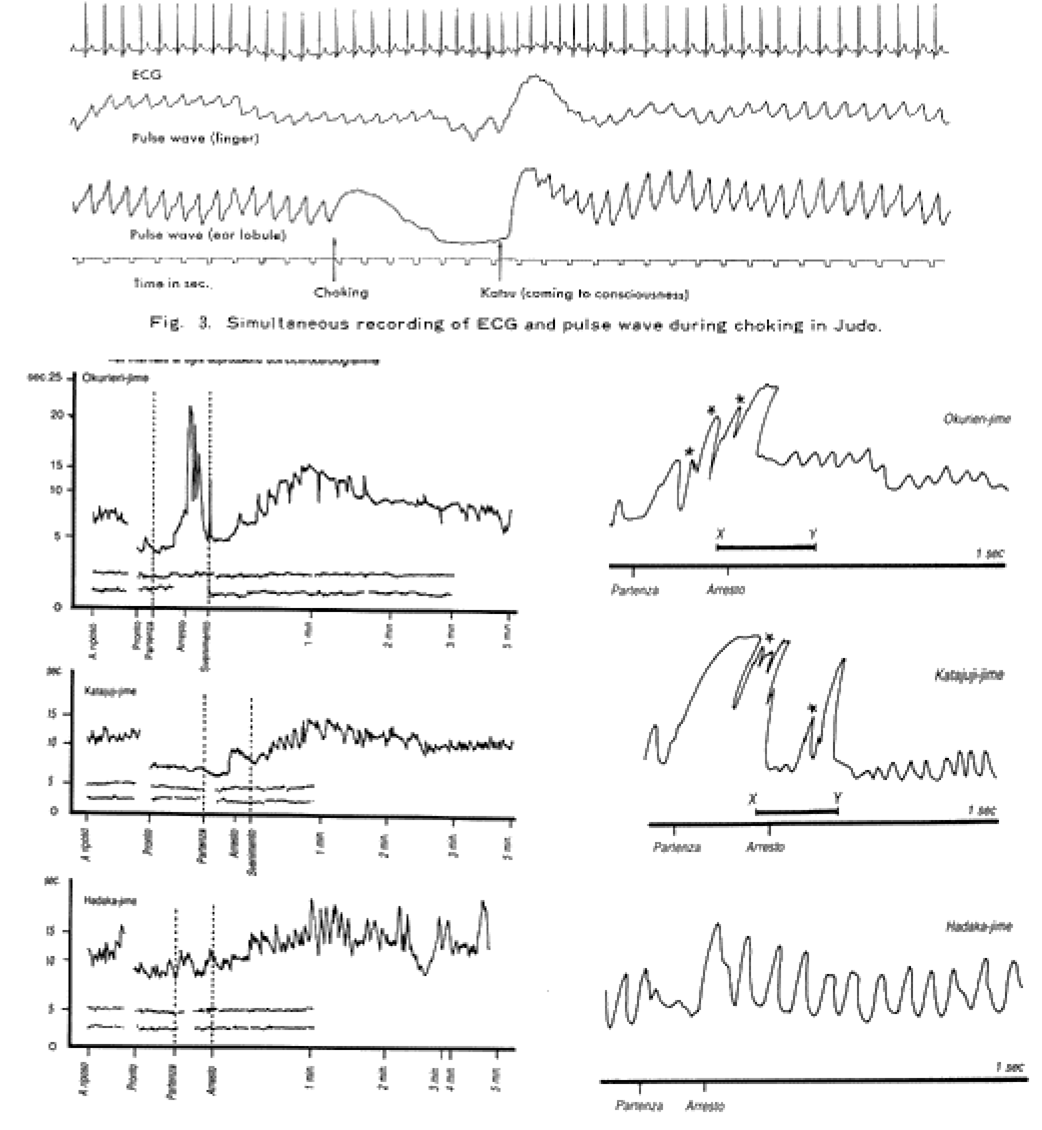


Fig.6.2.1.b.c.d, Some Results of the complete Japanese study on Choking (Physiological Studies on Choking in judo from the bulletin of Kodokan)

No todos los sujetos llegaron a la inconsciencia durante la asfixia respiratoria, pero todos cayeron inconscientes durante la asfixia vascular, basada en la parada mecánica de la sangre al cerebro. Las convulsiones que surgieron durante la inconsciencia eran muy similares a las convulsiones de la epilepsia, y son producidas por la falta de sangre al cerebro y la respuesta del nervio vago.

6.3 Principio físico y clasificación de las luxaciones/palancas (Kansetsu Waza)

Articulaciones

El principio físico básico del Kansetsu Waza (técnicas de dislocación) es el principio de la palanca física, cuyo resultado es empujar tanto la parte mecánica de las articulaciones como el estiramiento de los músculos fuera de los límites fisiológicos naturales. El nombre conjunto afectado es:

Ude Waza (técnicas de codo),

Kubi Waza (técnicas de cuello),

Kote Waza (técnicas de muñeca),

Yubi Waza (técnicas de dedos),

Koshi Waza (técnicas de cadera),

Hiza Waza (técnicas de rodilla),

Ashikubi Waza (técnicas de tobillos),

Ashi Waza (técnicas de pies)

Skizuki Waza (técnicas de columna vertebral)

En el judo, sólo se permiten Ude Waza en competición. A veces es posible ver algunos ashikubi waza y ashi waza utilizados para empujar hacia abajo sobre la colchoneta. Kawaishi clasificó con el método de posición progresiva solo el ude waza permitido y sin conexión lógica tanto ashi kansetsu waza como kubi kansetsu waza.

Ude kansetsu waza Kawaishi Method					
1 position	2 position	3 position	4 position	5 position	6 position
Udehishigi juji gatame Ude garami Ude hishigi Yokohiza gatame	Kami udehisigi juji gatame Yoko ude hishigi Kami hiza gatame	Ude hishigi henkawaza Giuaku juji Shimen garami Hiza gatame	Hara gatame Ashi gatame Ude garami henkawaza Ohten gatame	Kesa garami Kuzure kami shiho garami Giaku kesa garami Mune garami Mune giaku	Giaku tekubi Hizi makkomi Kuzure hizi makkomi Kannuki gatame Ude hishigi hiza gatame

Ashi Kansetsu Waza Kawaishi Method
Kata ashi hishigi
Rio ashi hishigi
Hiza hishigi
Tate Shiho hiza hishigi
Ashi makkomi
Kani garami
Ashi kannuki
Hiza tori garami

Kubi Kansetsu Waza Kawaishi Method
Kubi hishigi
Osae hishigi
Tate hishigi
Giaku hishigi
Tomoe hishigi
Kesa gatame kubi hishigi

Fig.6.3.a.b.c, Kawaishi classification of kansetsu waza

La anatomía de las cadenas cinéticas superiores y la mecánica de la articulación del codo nos permiten distinguir dos grupos de Ude waza:

- ***Ude Hishigi basado en la mecánica de hiperextensión del codo***
- ***Ude Garami se basa en el movimiento de rotación interna/rotación externa del brazo que somete al codo a tensión.***

Si consideramos el brazo formado por dos componentes principales, hueso y músculos (todos considerados sistemas perfectos y seguros), es posible aplicar la teoría de la catástrofe para obtener un enfoque matemático unificado para todos los tipos de bloqueos articulares. La teoría de la catástrofe es una rama de la teoría de la bifurcación en el estudio de sistemas dinámicos. La teoría de la bifurcación estudia y clasifica fenómenos caracterizados por cambios repentinos en el comportamiento (la rotura de la articulación) que surgen de pequeños cambios en las fuerzas aplicadas, analizando cómo

la naturaleza cualitativa de las soluciones de las ecuaciones depende de los parámetros que aparecen en las mismas. Puede haber entonces cambios repentinos y dramáticos (rotura de la articulación del codo).

Mecánica de la supinación y teoría matemática general de kantsetsu.

La mecánica de los movimientos de supinación/pronación se muestra bien en la siguiente figura.

Una notación biomecánica importante durante el ude garami es que, si no existe primero el movimiento efectivo de supinación/pronación, la primera palanca se aplica al hombro y una segunda vez al codo. Esta notación se deriva de propiedades biomecánicas y fisiológicas simples de la cinética superior. La cadena es imposible de encontrar en todos los libros de judo desde 1940 hasta hoy, pero esta notación está presente en el primer libro de judo de Yokoyama y Oshima 1907 (nota de la página 181 en la traducción francesa de Le Prieur 1908).

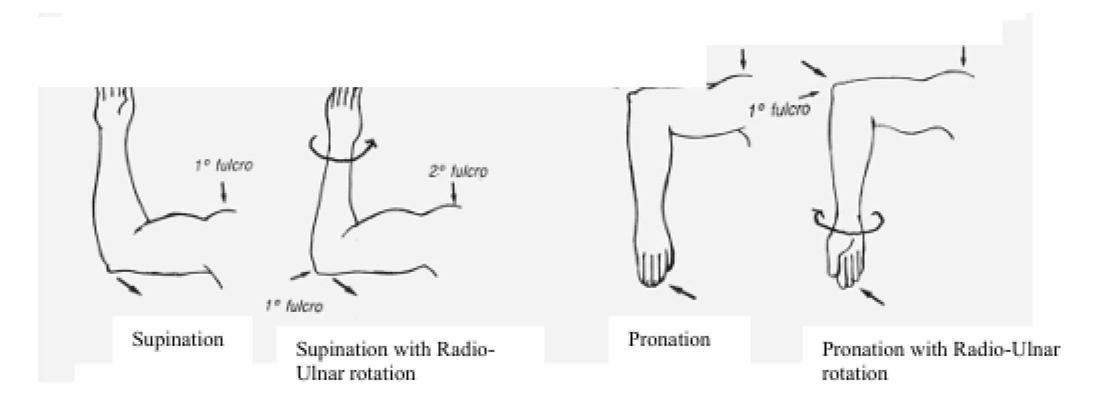


Fig.6.3a Right Biomechanical Application of supination (good with rotation, wrong without) from Biomeccanica del Judo 1988

La formulación matemática general del bloqueo de uniones pasa por las siguientes fases:

La formulación matemática del potencial desarrollado en series es:

$$V_p(x,y;F)=\frac{1}{2}(F_1-F)x^2+\frac{1}{2}(F_2-F)y^2-\frac{1}{4}x^4-\frac{1}{4}y^4+\frac{1}{2}cx^2y^2+higher\ order$$

V_P = Potencia dependiendo de Fuerza y Posición

Es posible determinar cualitativamente sus propiedades de estabilidad global. Para valores grandes de r (deflexión del codo) puede surgir la rotura de la articulación, y el punto de rotura se puede evaluar asumiendo que los términos de grado mayores que cuatro son cero y el término cuadrático es insignificante respecto a los términos cuadráticos.

$$V_p \rightarrow for\ r\ l\arg e \rightarrow \frac{1}{4}x^4+\frac{1}{4}y^4-\frac{1}{2}cx^2y^2 =$$
$$=\frac{1}{4}(x^2-y^2)^2-x^2y^2 \Rightarrow V_p\ is\ unstable\ \ for\ x^2=y^2$$

En este caso, la inestabilidad (punto de ruptura) es de tipo Morse sobre una superficie de cúspide.

Sin considerar todos los argumentos matemáticos, la rama cúspide presenta la posibilidad no sólo de una sensibilidad extrema sino, peor aún, de una imperfección inesperada. Esta sensibilidad inesperada surge a través del fuerte acoplamiento de los modos de falla de carga de los dos subsistemas componentes (hueso más músculo). En esta demostración, el punto importante es que en términos de sensibilidad a la imperfección, se debe considerar el hecho de que la combinación de dos sistemas “seguros” (músculos y huesos) puede producir un sistema “inseguro” (fácil de romper).

Ude Kansetsu Waza Kodokan

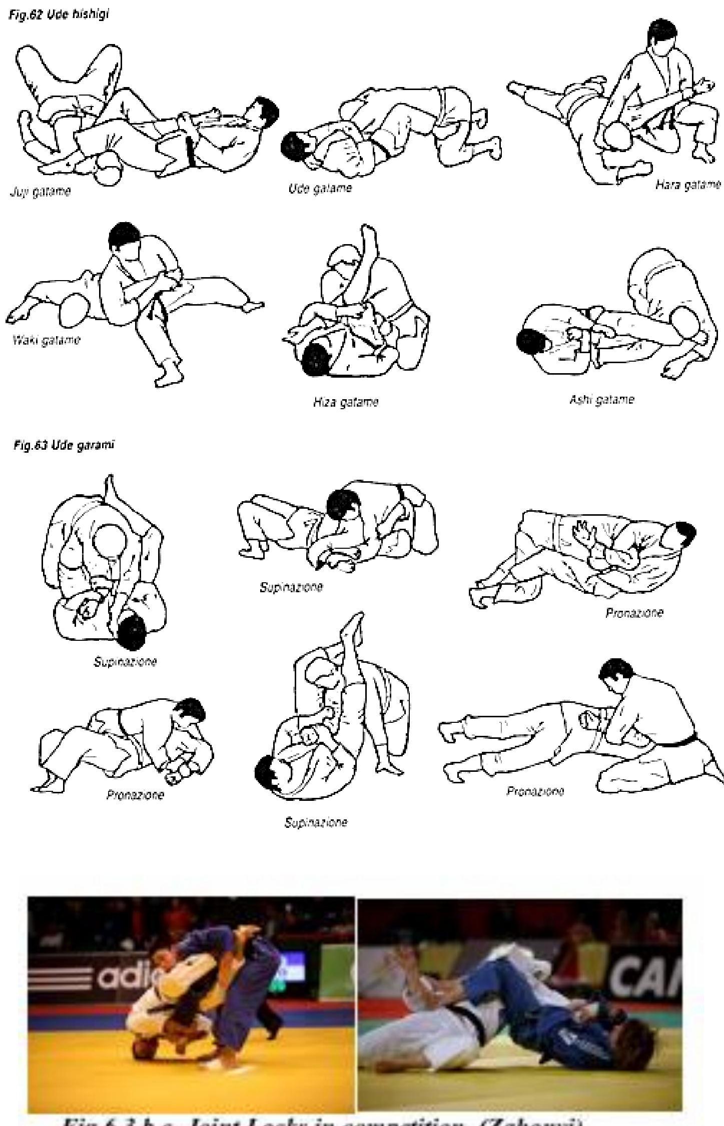


Fig.6.3.b.c, Joint Locks in competition. (Zahonyi)

6.3.1 Efectos fisiológicos.

En Japón se realizaron estudios profundos sobre la mecánica y los efectos fisiológicos del kansetsu waza en judo, como se muestra en el boletín de Kodokan "Estudios sobre Kansetsu Waza". En este estudio se afirma que el objetivo del kansetsu es atacar el punto fisiológico débil del codo. Se analizaron los siguientes parámetros:

1. la respiración;
2. la frecuencia cardíaca;
3. el volumen de la circulación sanguínea en las cadenas cinéticas;
4. el flujo de la circulación sanguínea en las cadenas cinéticas
5. las reacciones galvánicas de la piel.

El resultado médico, considerando el sistema nervioso autónomo, la respiración y la frecuencia cardíaca, fue:

Kansetsu debe considerarse como un estrés médico para los atletas.

En las siguientes figuras se muestran los resultados de algunos estudios japoneses.

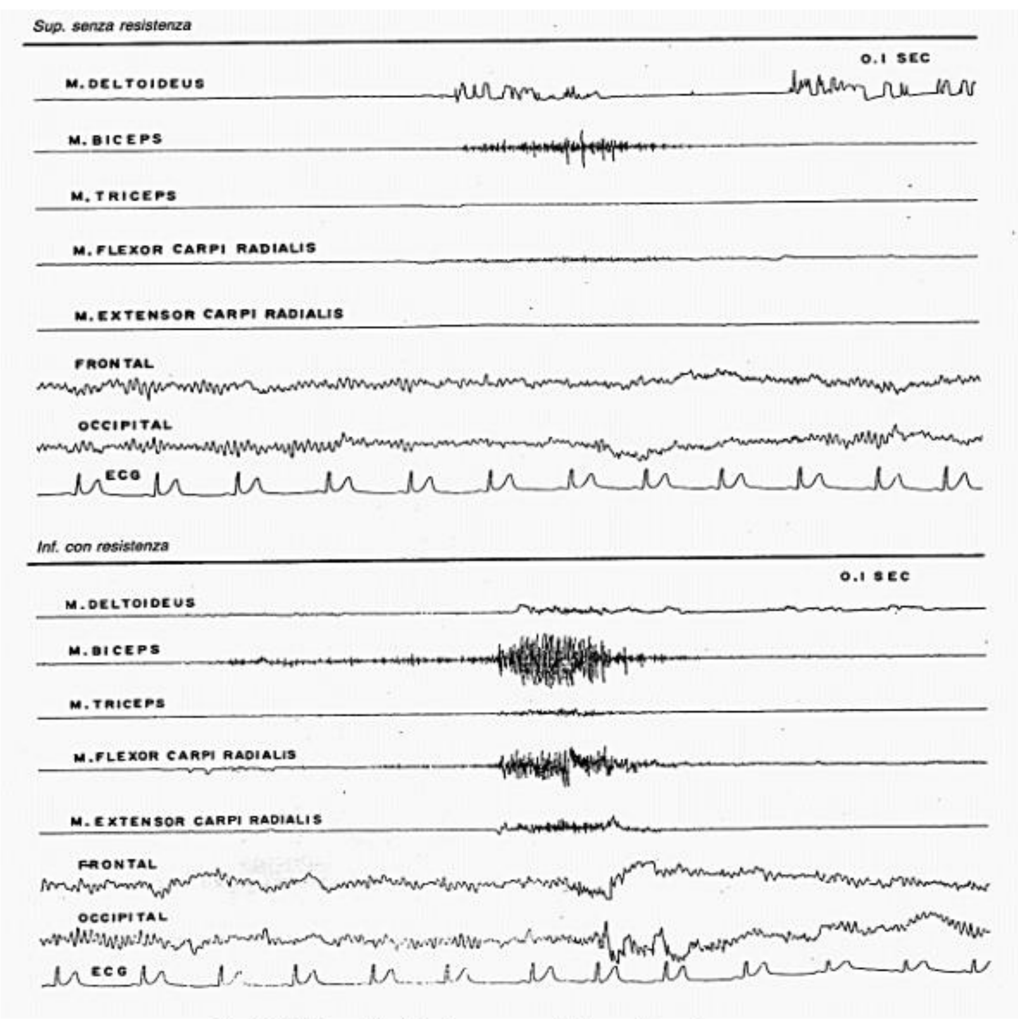


Fig.6.3.d. Results of a Japanese study on Kansetsu waza upper without resistance; lower with the opposition (Bulletin of Kodokan)

Bibliografía

[1] Awazu S. Methode de Judo au sol Chiron-Sport Paris 1974

[2] Chodała, A., Kalina R.M., Kulasa J. Dependence of physical fitness and somatic traits with effectiveness of judo fighting (newaza). Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22-24.09, 2006.

[3] Feldenkrais, M. Higher Judo Ground Work (Katame-Waza). With preface by G. Koizumi. Federich Warne & Co., LTD, London and New York, 1952.

[4] Gibert J.P., Flamand J.B. Judo Champion Edition Solar 1993 ISBN 2-263-02142-6

[5] Hamada, H. Characteristics of French Judo. International Budo Symposium, Kanoya, Japan, 2008.

[6] Hall, C. Technical Report TR-03-2007 National Study on Neck Restraints in Policing. For the 457 Canadian Police Research Centre, 2007.

[7] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo Mediterranee Publisher ISBN: 8827203486 Roma 1988

[8] Sacripanti A, Didattica moderna nel Ne Waza (I parte) Athlon FILPJK 1995 N° 4 (42 - 46)

[9] Sacripanti A, Didattica moderna nel Ne Waza (II parte) Athlon FILPJK 1995 N° 10 (44 - 52)

[10] Sacripanti A Analisi biomeccanica delle tecniche di Kansetsu Waza Samurai 1990 N°5(44 -50)

Capítulo 7. La Competición (Shiai)

Índice de contenido

7.1 Enfoque clásico de la competición para entrenadores y atletas

Sin preguntar por el enfoque filosófico de Giovan Battista Vico sobre el curso histórico y el retorno en la historia, es muy extraño para mí después de 20 años desde mi primera edición de este libro hablar de la competición con las reglas cambiantes reales. Cuando comencé hace treinta años como árbitro nacional, solo era posible anunciar Wazari e Ippon, las otras acciones llamadas Kinsa, y Wazari nichikai Waza se consideraban solo un ataque fuerte y muy fuerte (no oficialmente evaluable), luego me convertí en árbitro internacional europeo con las reglas cambiantes (introducción de Koka y Yuko), la competición cambió. Después de la introducción de la evaluación de Ne Waza, vemos otra evolución importante en el estilo de lucha. Al mismo tiempo, en la zona roja, se produjo un cambio similar, desde el "¡No, fuera!" hasta la clasificación real de la posibilidad de ataque.

Hoy, después de treinta años, las reglas vuelven a cambiar desde 2009. No se otorgará ningún Koka en absoluto, y no es posible tomar la pierna directamente con el brazo. Escribir esta segunda edición, con estas cambiantes recurrencias históricas, puede volver a mí, y el judo deportivo puede volver un poco, a su antigua forma japonesa de luchar. Hoy con esta tercera edición, las reglas suelen cambiar después de los Juegos Olímpicos de Londres 2012 en 2013 con grandes cambios que se evalúan en el párrafo 8.1. Otros cambios de menor impacto se introdujeron en 2014 hasta los Juegos Olímpicos de Río 2016.

Después de los Juegos Olímpicos de Río 2016, los cambios llegaron en 2017. Al analizar las competiciones reales, es posible remarcar muchos aspectos interesantes, que se expondrán en este capítulo. ¿Cómo definir la competición? De una manera más abstracta, la competición debería definirse como un choque de intereses basado en la teoría de la utilidad. El interés principal de los atletas es ganar mediante la correcta aplicación del judo en las reglas de la competición. Para obtener este resultado, el entrenador debe ajustar el cuerpo del atleta al precio de energía fisiológica de la pelea, debe evaluar los movimientos relativos tanto de toda la cupla como de su propio atleta en la pareja (ataque).

Por otro lado, el atleta debe conocer todas las técnicas amplias del judo (desde los agarres hasta los lanzamientos), debe practicar la comprensión correcta del tiempo en la pelea, debe conocer muy bien las reglas del árbitro de la competición, debe sentir que su "interés" en la victoria es más profundo que el del adversario. En este capítulo, veremos todos estos argumentos para entender en profundidad la competición y su biomecánica, tanto desde el lado del entrenador como del deportista.

Competición: Evaluación clásica para entrenadores.

A) Energía

Como se mencionó anteriormente, para el entrenador es muy importante conocer el consumo de energía durante la pelea. Muchos estudios se realizan en el mundo sobre este campo desde el punto de vista indirecto. Todas las actividades

realizadas durante la lucha y también los procesos de control de los movimientos son factores que contribuyen a la producción, transformación, transporte y uso de la energía.

Los procesos energéticos son, por un lado, activados por la intensidad de la lucha, y por el otro lado, es la base de una lucha. Sikorski en 1989 encontró un contenido medio de ácido láctico de 13,4-14,2 mmol/l. El comportamiento del lactato durante la pelea se ve afectado por la intensidad y economía de las contracciones musculares durante la ejecución de acciones técnico-tácticas. Es importante recordar que el lactato no está relacionado con la fatiga muscular (ver 1.1.3) y que es una valiosa fuente de energía dentro de los músculos que trabajan y los músculos que no trabajan, sujeta a mejoras inducidas por el entrenamiento en su uso como combustible. Su cantidad también es la función de la actividad del adversario durante la pelea, y luego, en resumen, los parámetros más influyentes para la cantidad de lactato son:

1. Gestión personal de peleas.
2. El nivel de rendimiento del adversario.
3. La aptitud física del atleta.

La carga energética de los combates puede ser analizada por las alteraciones del ácido láctico, recordando que cada combate debe producir una carga energética diferente en la misma atleta. En síntesis (recordando las anotaciones expresadas en el párrafo 1.1.3 y la linealidad de enfoque subrayada en estas evaluaciones bioquímicas), el precio fisiológico de la competición es generalmente evaluado por el ácido láctico, para la potencia anaeróbica, y por el VO_2 max para la potencia aeróbica. En la siguiente pestaña, podemos mostrar los resultados de las diferentes investigaciones sobre las peleas de judo:

Different energetic burden in different level competitions 1) Sikorski (1989), 2) Heinisch (1990); 3) Lehmann/Mueller-Dck (1994), Degoutte et al.(2007)					
	Polish [1] Championship	Coppa Matsumae	Training fights (3minutes,1990)[2]	Training fights (5 minutes, 1992, 1993)	Interregional Fight (2007)
Sample numbers	130		384	260	16
cid lactic Acid	13,5	14,2	7,7	9,1	12.3
Standard dev.	2,2	2,5			0.8

Tab 7.1.a – different energetic burdens in different level competitions.

The energetic burden of training fights at different technical level		
Fight level	Time Lenght	Mean Lactic Acid mmol/l)
International	5 minutes (effectives)	9,8
National	5 minutes (effective)	17,4

Tab.7.1.b- The energetic burden of training fights at different technical level

Aerobic fitness (VO₂max, ml·kg·min-1), grip strength (Newton) - judo Data mean (SD)				
	N	VO₂ max	Grip Strength*	Reference
Males				
Canada Provincial	17	53.8 (5.6)	566 (89)	Little, 1991
Poland Club	15	50.1 (6.5)	na	Sikorski et al., 1989
Poland National -&	58	57.6 (4.6)	Na	Borkowski et al., 2001
Poland National- ¥	17	55.6 (3.2)	Na	Borkowski et al., 2001
Australia National	8	53.2 (5.7)	Na	Tumilty et al., 1986
Canada National	22	59.2 (5.2)	553 (65)	Thomas et al., 1989
Canada National	19	57.5 (9.5)	Na	Taylor and Brassard, 1981
Korea National	10	62.8 (5.9)	Na	Kim et al., 1996
USA National	18	55.6 (1.8)	na	Callister et al., 1991
Belgium National	24	54.3 (6.2)	na	Claessens et al., 1986
France National	18	55.0 (0.5)	Na	Degoutte et al., 2003
Tunisian National	na	55.4 (6.4) & 48.5 (11.9)$	Na	Hosni et al. 2007
Females				
Canada Provincial	8	43.7 (3.5)	312 (57)	Little, 1991
Poland National&	49	50.7 (5.5)	na	Borkowski et al., 2001
Poland National¥	18	49.9 (4.8)	na	Borkowski et al., 2001
USA National	9	52.0 (1.4)	Na	Callister et al., 1991
Korea National	10	50.5 (6.9)	Na	Kim et al., 1996
Tunisian National	na	45.9(6.4)& 44.8(5.9)$	Na	Hosni et al. 2007

*Tab.7.1.c VO2max = maximal oxygen uptake; *data reflect the highest mean value of either the left/right or dominant hand; na = data not available; ‡on a cycle ergometer; #estimated from Astrand nomogram, & athletes representing Poland from 1994-1997; ¥ athletes representing Poland from 1998-1999; & Tunisian athletes 1998 $ Tunisian athletes 1996*

B) Patrones de movimiento de los atletas en la competición (enfoque de la interacción)

La segunda área de interés clásico en la competición para los entrenadores es la observación y el estudio de los patrones de movimiento, vistos como parte fundamental de la interacción entre los atletas. En el próximo capítulo, el argumento se profundizará a la luz de un reciente estudio biomecánico sobre el análisis de combates. En este párrafo, se citan algunos estudios clásicos realizados sobre el tema.

Un estudio estadístico muy interesante fue realizado por George Weer, entrenador del equipo de Judo de EE. UU., para investigar los tipos de patrones de movimiento empleados en la competición de Judo. Se observaron un total de 148 combates internacionales para investigar la posibilidad de determinar los tipos de Patrones de Movimiento utilizados por los judokas de alto nivel. Se utilizaron imágenes grabadas en vídeo de los Campeonatos del Mundo de 1983, 1985 y 1989, así como del Campeonato Abierto de Judo de Japón de 1990 y 1991, como material de análisis.

La observación hace que Weer pueda clasificar cinco patrones de movimiento distintos:

- ✓ *Movimiento libre*: utilizado por los jugadores al entrar en contacto con su oponente.
- ✓ *Movimiento Lateral de Paso Amplio*: utilizado por los jugadores cuando tienen ambas manos sobre el oponente, pero ninguno de los jugadores tiene una “Mano de Poder” “establecida”. Cae en el rango bajo de viaje rápido.

- ✓ *Estudia el movimiento con paso vacilante*: los jugadores parecen estar probando la posición del oponente dando dos o tres pasos en direcciones diagonales izquierda o derecha hacia el lado del oponente.
- ✓ *El peso aleatorio de un paso:* el jugador parece sentir un ataque en serio. Los jugadores cambian el peso rítmicamente de un pie al otro, buscando una debilidad en la posición de guardia del oponente.
- ✓ *El patrón de resorte también* (Fox Trot / trote de zorro): el jugador establece un patrón de pasos rápidos que alejan al atacante del oponente y lo devuelven rápidamente a la posición de ataque.

Las conclusiones más importantes obtenidas por Weer fueron las siguientes:

- ✓ Los primeros cuatro patrones de movimiento parecen ser una extensión natural de la situación de agarre.
- ✓ Los Patrones de Movimiento tenían una clara progresión de uso.
- ✓ El movimiento comenzó con un contacto ligero y una gran actividad, que progresó a una economía de movimiento a medida que aumentaba el grado de potencia que se aplicaba para controlar o intentar controlar al oponente.
- ✓ Los primeros cuatro patrones de movimiento fueron evidentes en todos los jugadores y combates observados.
- ✓ El grado en que se emplearon los patrones de movimiento grandes y más rápidos parecía ser inversamente proporcional al peso del jugador. Es decir, cuanto más alta era la categoría de peso, menos se movían los deportistas. La presencia de los primeros cuatro patrones de movimiento en todos los judokas sugiere que estos patrones son naturales y no necesitan ser enseñados a los jugadores.

Los hechos:

a) El trote de zorro (como resorte) no era evidente en todos los jugadores y
b) El trote de zorro era visto como parte de un ataque efectivo

Sugiere que el trote de zorro es una respuesta aprendida.

Los ataques más efectivos (con algunas excepciones notables) progresaron de un peso/paso aleatorio a un trote de zorro. Este último también se ejecutó a partir de los Patrones de Movimiento #2 y #3, pero nunca del patrón #1.

Donde el Patrón de Movimiento, inmediatamente antes de resortear, no era un movimiento de peso, el atacante tenía grandes dificultades para acercarse al Espacio de Lanzamiento.

El descubrimiento más importante de este estudio fue que hay un patrón de movimiento que parece ser un requisito para el éxito de los ataques de lanzamiento.

C) Agarres (para la interacción)

Además, los agarres han sido analizados minuciosamente por George Weer de la misma manera clásica interesante e inteligente. Es muy interesante notar que sus resultados concuerdan con algunos de los resultados del análisis biomecánico cuantitativo de la competición (ver Apéndice I). Sigue la cita y los principales resultados de su segundo estudio: “El objetivo principal en la competición de Judo es controlar el espacio entre tú y tu oponente. La única herramienta que tienes para controlar ese espacio son tus habilidades de agarre”. El espacio es importante porque es el área por la que tienes que maniobrar para ponerte en posición para tus ataques. También es el área por la que tu oponente tiene que emplear para atacarte.

El término “habilidad de agarre” es muy genérico. Para poder analizar y evaluar las habilidades de agarre, necesitamos tener una taxonomía coherente de tácticas, estrategias y configuraciones de agarre. Weer revisó doscientos sesenta y un (261) combates de judo grabados en video de los Juegos Olímpicos de 1996. El objetivo de la investigación fue catalogar las configuraciones de los agarres y determinar la distribución de frecuencia de las configuraciones de agarre. Entre los propósitos del estudio se encontraban: a) obtener un punto de referencia de las habilidades de agarre de los jugadores de judo de élite; b) proporcionar información sobre las estrategias de agarre; c) Proporcionar pautas de entrenamiento

para entrenar a los jugadores en habilidades de agarre. El análisis se realizó sobre la colocación de la mano de potencia (más fuerte). Esta se define como la mano del lado del cuerpo con el que conduces la espalda del defensor hacia la lona durante tu lanzamiento. Esta mano suele ser la mano más alta del defensor, y el atacante invariablemente se para con el lado de la mano de poder girada hacia el torso del defensor. A lo largo de 261 encuentros, solo se observaron cuatro tipos de agarre:

1) Mismos agarres (tradicional): ambos jugadores tomaron una posición de mano poderosa derecha o izquierda.
2) Agarres opuestos (cruzado): los jugadores adoptaron una posición de mano poderosa de derecha contra izquierda (o izquierda contra derecha).
3) Empuñaduras de los extremos de las mangas: el jugador dominante agarró ambos extremos de las mangas del oponente.
4) Agarre sin forma (No convencional): el jugador dominante no permitió que el oponente asegurara una mano de poder y no permitió su propia mano de poder a menos que atacara.

La siguiente tabla representa la distribución de las configuraciones de agarre observadas.

	Tradicional %	Opuesto (Cruzado) %	Manga %	No tradicional %
Masculino	8	45	4	43
Femenino	14	50	6	30
General	10	48	5	37

Tab.7.1.c- Análisis de los agarres (Por George Weer)

Una revisión de los datos indica que, a nivel internacional, menos de dos de cada diez encuentros se disputan con ambos judokas usando la misma mano de poder lateral. Más de la mitad de los combates se disputaron en postura de izquierda contra derecha (Agarres opuestos).

Estrategias de agarre

Mano más fuerte del mismo lado

Competir con la misma mano de potencia que el oponente requiere una preparación moderada. Los atletas que emplean esta estrategia colocan/agarran con dicha mano tempranamente y esperan una oportunidad para atacar. Los jugadores del “mismo lado” confían en el hecho de que hay un mínimo de espacio entre ellos y el oponente. El espacio mínimo significa que el atacante tendrá que confiar en un alto nivel de movilidad para abrir el espacio de ataque. Por el contrario, el defensor solo tiene que generar un mínimo de movilidad defensiva para evitar las maniobras de preparación del atacante. La movilidad restringida requiere un mayor esfuerzo para aplicar un ataque, lo que es atractivo para los conservadores.

Manos de potencia del lado opuesto

Competir con la mano de poder opuesta a la del oponente significa una posición de derecha contra izquierda. Agarrar con una mano de poder opuesta a la del oponente proporciona una postura defensiva muy fuerte con una preparación mínima. Jugar con manos opuestas limita la movilidad. Los competidores con esta estrategia no buscan activamente oportunidades de ataque.

Extremo de la manga

Los agarres en los extremos de las mangas proporcionan una postura de agarre neutra, es decir, ambas manos en el oponente listas para atacar a ambos lados. Los agarres de los extremos de las mangas permiten una gran movilidad con una potencia moderada. Agarrar los extremos de las mangas requiere una preparación moderada mientras se equilibra el ataque y la defensa a través de una movilidad moderada. La estrategia de agarre de los extremos de las mangas controla al oponente a través de una combinación de agarre, control y movimiento. El agarre se establece con ambas manos al principio del encuentro. El jugador de manga busca oportunidades a través del movimiento. Los agarres de los extremos

de las mangas pueden ser muy frustrantes para el defensor. El detrimento de agarrar los extremos de los mangas es que es necesario ajustar la dirección de los lanzamientos y el desarrollo de potencia es limitado.

Sin forma (no convencional)

En el estilo 'sin forma', el jugador emplea la estrategia de no comprometerse abiertamente con la colocación de la mano de potencia. El uso de agarres sin forma significa no comprometerse con una mano poderosa hasta que realmente estés atacando. Competir sin un compromiso con una mano de poder requiere un nivel muy alto de movilidad tanto ofensiva como defensiva. Hay una desventaja en el agarre sin forma. Jugar sin un compromiso con una mano de poder discernible requiere un gran coraje. Se necesita coraje porque todo ese movimiento requiere un alto nivel de resistencia aeróbica. Jugar sin forma también requiere un nivel muy alto de creatividad. Tienes que ser capaz de moverte, pensar y reconocer la oportunidad. Jugar sin forma puede no ser para todos, pero sí para campeones.

Otra conexión realizada por Weer durante este estudio fue el uso estratégico de los agarres en función del tipo de concurso: Preliminar, Repechaje, semifinal y Final. Las siguientes tablas, divididas para atletas masculinos y femeninos, representan la distribución de las estrategias de agarre. La distribución se informa por el porcentaje de partidos disputados utilizando cada estrategia de agarre.

	Tradicional %		**Opuesto (Cruzado) %**		**Manga %**		**No tradicional %**	
	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem	Masc	Fem
Preliminares	10	19	49	55	3	7	38	19
Repechaje	10	18	54	57	7	7	29	18
Finales	2	7	33	40	2	4	63	49

Tab.7.1.d- Análisis de estrategias de agarre (Por George Weers) (Masc = Masculino; Fem = Femenino)

Algunas consideraciones finales de Weer son muy interesantes en las aplicaciones de coaching. Los citamos como observaciones útiles:

"- Diferentes jugadores de un mismo país utilizaron una variedad de estrategias de agarre. La falta de un enfoque coherente del agarre sugiere que las estructuras nacionales de entrenamiento no se centraron, ni siquiera abordaron el desarrollo de habilidades de agarre.

- Simplemente no vemos el desarrollo de estrategias de agarre abordadas en libros actuales, artículos de revistas o cintas de video.

Una estrategia de agarre es la herramienta más importante que desarrolla un jugador. Al fin y al cabo, tu estrategia de agarre determina tu capacidad de ataque y, lo que es más importante, lo bien que te defiendes. Es un gran error del entrenador dejar al azar algo tan importante como el desarrollo de una estrategia. Los judokas deben ser entrenados para usar el movimiento como un componente integral para el agarre desde el principio. Los entrenadores deben aprender a demostrar y enseñar habilidades con énfasis en el movimiento sobre los detalles técnicos. El desarrollo de un campeón no ocurre de la noche a la mañana. Los entrenadores exitosos desarrollarán un enfoque sistemático que incluye todo, desde la estrategia de agarre hasta las habilidades defensivas newaza".

Otros trabajos de conexión de agarres y lanzamientos fueron realizados por Carballo y colaboradores (INEF de Galicia) con un enfoque demasiado detallado que hace muy difícil una comprensión sencilla. Los principales resultados finales se resumen en la siguiente tabla. Recogieron todos los lanzamientos con el tour y la dirección técnica que traducimos en término biomecánico como: Cupla de fuerzas Cuerpo-Pierna hacia adelante Uke (CBLf), Cupla de fuerzas Cuerpo-Pierna hacia atrás Uke (CBLb), palanca brazo medio adelante Uke (LMf), palanca brazo máximo adelante Uke (LMMf), Par de fuerzas brazo y pierna hacia atrás Uke (CALb), Par de fuerzas dos brazos hacia atrás Uke (CAAb) Palanca Brazo Máximo Sutemi (LMAS).

Throws grips	LMf CBLf 22.7% 21.1%	CALb 13%	CAAb 13%	CBLb 7.3%	CALb 5.7%	LMAS 4.8%
Back-la	42%	50%		33%		33%
Back-le			37,5%		28%	
La -Sl	36% 42%	12%		55%		
La-	21%					
Sl-Le			18%			
Sl-Sl	21%					

Tab.7.1.f Análisis de relación entre agarres / tipo de lanzamiento (Por Carballo)

Este enfoque hace muy útil de manera comparativa el enfoque de la posición de guardia, simple, consistente y más conectado biomecánicamente con la situación de combate (ver 8.2).

Competición: Enfoque de los judokas clásicos

La necesidad o mejor dicho el interés principal de los entrenadores por los aspectos de competición (llamados clásicos porque el uso de la cinta de vídeo no está totalmente desarrollado) fueron tratados previamente. Ahora se abordará el tema de los deportistas interesados en la competición. Si los aspectos anteriores para el entrenamiento son el consumo de energía para las necesidades de acondicionamiento o los patrones de movimiento y agarres, ambas interacciones están conectadas. Para los atletas, la atención se centra en "Cómo vencer a los adversarios" mediante trucos y habilidades.

Estudio de la fase de arranque (antes de los agarres)

La primera parte de la pelea, cuidadosamente analizada por atletas de élite, parte de la condición de no agarres y termina con la condición de agarres estabilizados. Esta situación fluida, abierta, bien gestionada, es capaz de dar:

A) Condiciones de agarre ganadoras.

Bien conocido es el recuerdo de la situación inicial en la histórica pelea de Geesink-Kaminaga en los Juegos Olímpicos de Tokio 1964. Como el propio Geesink recordaba hace muchos años durante una etapa en Italia: el campeón holandés conocido por el campeón japonés comenzó su pelea con las manos en alto, las mangas del judogi se bajaron, dificultando los agarres para su adversario, simultáneamente Geesink lanzó un grito y Kaminaga, inclinando la cabeza, le dio una oportunidad real de adquirir un agarre dominante. Es una opinión común, entre entrenadores y atletas de alto nivel, la importancia, en comparación con tu oponente, de hacer el primer agarre y asegurar una posición favorable para el desarrollo de la pelea y en consecuencia para lograr la victoria.

Dado que el combate de judo se desarrolla a partir de los agarres (kumi kata) en el judogi de los dos competidores, el primer intento es interferir con los agarres del adversario, normalmente acortando sus propias mangas, o dificultando con bloqueo transversal el agarre del adversario, tomando al principio el agarre cruzado con un bloqueo, y luego estabilizar su propio agarre. Los estudios realizados por Pierantozzi y col., en el análisis de video de combates en competicións de alto nivel (campeonatos mundiales) considerando las áreas utilizadas por el judogi, muestran que los tradicionales agarres, solapa y manga (Ki on kumi kata) son generalmente privilegiados después de la primera fase del combate. En las siguientes figuras se muestran las áreas observadas y los resultados.

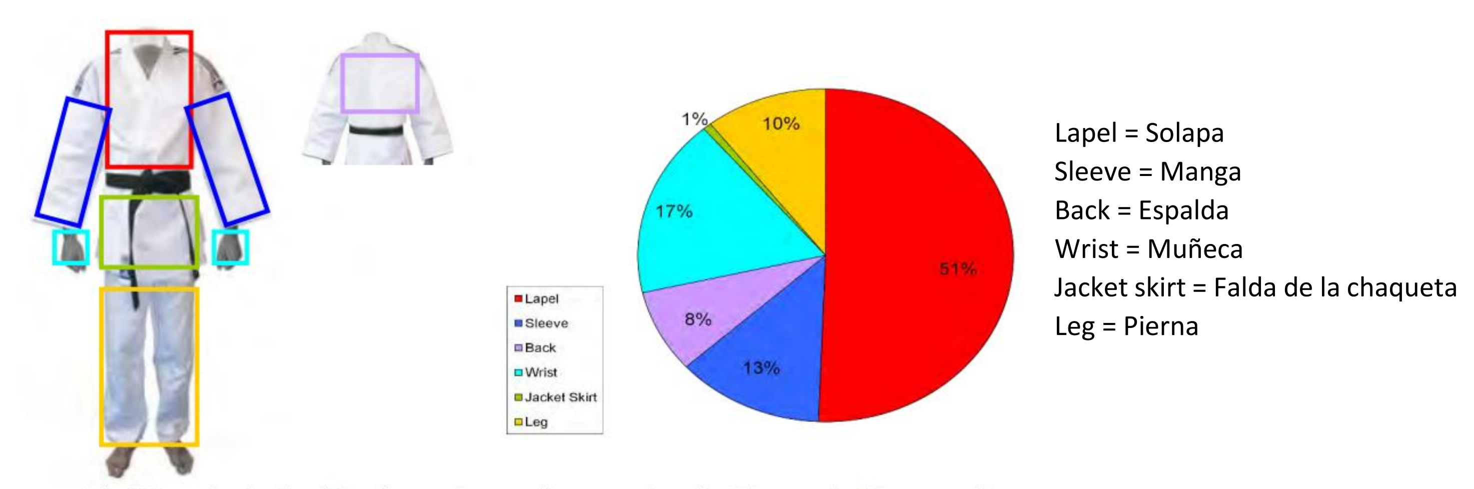


Fig.7.1.a- Analysis of the first point to grip strategies (by Emanuela Pierantozzi)

De nuevo, Weer, en otra investigación aplicada al primer contacto y al dominio del agarre, un estudio sobre los hábitos y patrones de agarre de los jugadores tomado de cintas de vídeo de tres grandes competiciones. Las cintas fueron partidos de los cuartos de final del Campeonato de Japón de 1987, partidos de medallistas y campeonatos del Campeonato Mundial de 1985, así como la eliminación y la competición de medallistas del Campeonato Europeo de 1985 nos dan mucha información. El resultado más importante fue que a un alto nivel, la estadística nos da que el 70,13% de los judokas de élite agarrarán primero con la mano en la manga. Después del primer Kumi Kata parcial con una sola mano, los jugadores se sostienen entre sí con Manos de Poder opuestas (mano en la solapa) derecha versus izquierda.

Cada jugador se enfrenta a dos problemas principales: 1) Para progresar en una situación de ataque, debe tratar de encontrar una manera de agarrar con la otra mano. 2) También tiene que encontrar un método para eludir la posición defensiva del oponente del “brazo rígido” al que se le ha permitido un agarre.

La observación muestra que los mejores luchadores de agarre tienden a preparar una apertura para la colocación de la Mano de Poder. En otras palabras, el jugador meterá la mano con la mano que no es de Poder, sacará la solapa para facilitar el acceso, apartará las manos del oponente o simplemente colocará una ciega para la colocación prevista de la Mano de Poder y luego tomará el agarre con la mano potente. Sin embargo, ¡los mejores jugadores van un paso más allá! Los grandes no solo meten la mano y agarran. Lo que hacen los campeones es mantener la Mano de Poder metida cerca del costado y mover todo el Lado de Poder del Cuerpo debajo de la empuñadura. En la siguiente secuencia, es posible ver una pelea por los agarres entre Quintavalle y Boenisch en los Juegos Olímpicos de Beijing (2008).



Fig.7.1.b.c.d.e.f.g.h.i.j- Quintavalle and Boenisch gripping fight at the Beijing Olympic 2008 (Finch)

La colocación de la mano de bloqueo de los mejores jugadores parece ser una continuación de un movimiento suave en la maniobra de agarre. El atacante "coloca" su Mano de Poder y luego mueve todo su cuerpo hacia la posición de Mano de Bloqueo. Al asegurar la mano de bloqueo, un ataque fuerte debe ser el paso final inevitable de la secuencia.

Se hicieron evidentes algunos patrones de dominación y resultados:

1. Si los atletas no luchan por los agarres, por lo general la competición se otorgará al jugador más fuerte.
2. Si los jugadores luchan por los agarres, pueden ocurrir algunas situaciones estándar.

- Si el oponente intenta manejar su mano potente primero, sin ningún tipo de preparación, el jugador que se preparó con la mano de la manga seguida de la mano potente fue inevitablemente dominante.
- En los niveles más altos, los jugadores que intentaban asegurar una Mano de Poder sin preparación se veían reducidos a menudo a tomar cualquier agarre.

B) Una oportunidad para aplicar técnicas de truco.

Las técnicas de Wiles (Gleeson) se caracterizan por un corto tiempo de aplicación. De hecho, si se anula el asombro, estas técnicas resultaran ineficaces. Más a menudo, estas técnicas se aplican al principio o al final de la pelea. Los principios biomecánicos básicos de las técnicas de truco son la sincronización, la velocidad y el ataque por sorpresa. Normalmente, las técnicas de truco se aplican agarrando una o dos piernas lanzando al adversario. En la "jerga" del judo, estas técnicas se llaman pick-ups (recogidas), todas ellas son técnicas basadas en el hecho de que el ataque generalmente se lanza antes de que los dos adversarios tomen un agarre, una diferencia con el otro lanzamiento principal, que necesita algún tipo de agarre antes de que se pueda realizar el ataque real.

Conexión de agarres y lanzamientos (Tokui Waza)

Generalmente, el resultado de un combate de judo depende en gran medida de si un atleta vence a su oponente en la competición por la primera posición de agarre favorable seguro antes que el oponente. Sin excepción, cada jugador tiene

su propio patrón de agarre favorito y confía en vencer a un oponente o liderar el partido si puede aplicar con éxito este patrón de agarre al oponente. Sin embargo, si no puede suprimir al otro por ningún medio, perderá la ventaja para controlar el combate. Por lo tanto, es esencial para los judokas dominar las técnicas de agarre que son esenciales para jugar al judo como un sistema de transferencia tanto de fuerza como de energía. Los agarres son la clave para técnicas de lanzamiento efectivas, y todos los atletas tienen sus métodos preferidos de agarre para llevar a cabo sus técnicas favoritas (Tokui Waza).

Normalmente, una característica de agarre efectivo tiene la sensación de que los dos brazos de un atleta están dentro de los brazos del otro. En tal situación, biomecánicamente hablando, la resistencia del adversario es menos efectiva para contrastar el contacto corporal del adversario. Hoy en día, la mayoría de los competidores desarrollan una técnica favorita (Tokui Waza) hasta el punto de que se puede aplicar contra todos los oponentes. Muy a menudo, en un nivel alto, Tokui Waza se transmite a algunas estrategias de movimiento específicas conectadas a acciones típicas de empuje / tracción que obligan al oponente a una posición vulnerable para el ataque. Normalmente esto se obtiene aplicando un Ko Waza como apertura para un O Waza, o viceversa. La mayoría de las competiciones están relacionadas con la aplicación correcta de una técnica definida, pero a un alto nivel, un Tokui Waza, no es suficiente. Cada competidor intenta adquirir otros Tokui Waza diferentes para aumentar su capacidad hacia la victoria. La estrategia para construir un nuevo Tokui Waza con los trucos conectados o las acciones típicas requiere mucho tiempo, y la mayoría de los atletas han desarrollado muchos enfoques diferentes para ahorrar tiempo en la solución del problema.

Las tres aplicaciones principales utilizadas se basan en la flexibilidad, el ahorro de tiempo y el enfoque en el cambio de Tokui Waza, como agarres especiales que se pueden aplicar a diferentes técnicas de lanzamiento, acciones especiales de Tsukuri Kuzushi que se pueden conectar a diferentes acciones de lanzamiento (Kake), posición final especial del cuerpo que puede aplicar diferentes técnicas de lanzamiento. Con estos tres sistemas principales, los atletas pueden aumentar su bagaje técnico, cambiando la mayoría de las acciones y trucos adquiridos al nuevo Tokui Waza, ahorrando tiempo y reteniendo la mayoría de los movimientos aprendidos.

C) Trucos y nuevas técnicas

La parte más intrigante de la preparación de la pelea es la investigación de nuevas técnicas y trucos. Esta parte se desarrolla muy a menudo, teniendo en cuenta otros campos u otro tipo de lucha. Normalmente también una simple variación del lanzamiento a menudo puede considerarse como una nueva técnica, pero la variación biomecánicamente hablando, puede requerir una dirección diferente de la fuerza y la colocación del cuerpo. Hasta el día de hoy, estas nuevas técnicas utilizan el nombre del judoka pionero en su nomenclatura. Sin embargo, si pensamos por un momento, en judo, la nomenclatura japonesa utilizada para el Tachi Waza no es el único estándar en todos los países competidores, sino que también proporciona una descripción altamente eficiente de cualquier técnica. La necesidad de dar un nombre específico japonés está relacionada con la forma descriptiva de esta nomenclatura por razones de mejor enseñanza. Por ejemplo, cualquier acción de agarrar la pierna (una de las acciones de mayor puntuación en los torneos importantes de hoy en día, no está permitida) se denominará simplemente 'Ashi-dori', pero la variación específica utilizada biomecánicamente hablando puede requerir una dirección diferente de la fuerza y la colocación de la mano. Y realmente, solo con la biomecánica, es posible construir técnicas nuevas y más efectivas (ver: párr. 8.10). Al observar los dos principios físicos básicos de las técnicas, es posible establecer la dirección de la fuerza más efectiva en relación con la capacidad defensiva de la estructura corporal. Estas son dos reglas biomecánicas básicas, que nos dan una mejor capacidad para idear nuevas habilidades y trucos de judo en las mejores competiciones. Normalmente las herramientas para evolucionar técnicas o introducir nuevas técnicas se basan en:

a) La Psicología, por ejemplo, el movimiento más racional puede ser previsualizado por los competidores y la respuesta preplanificada, pero la solución no racional debería ser más difícil de previsualizar. En la siguiente figura, es posible ver una aplicación completamente nueva de trucos, no racionales, pero ya muy efectivos.





Fig.7.1.k.m- Two very unorthodox and effective throws (Finch)

b) La Biomecánica, por ejemplo. El conocimiento adecuado de los dos principios físicos básicos a lanzar debería ser útil para aplicar los mismos principios en otra dirección de simetría en el sistema de acoplamiento, utilizando el grado de libertad de la articulación coxo-femoral, y de esa manera puede soportar una nueva técnica, como invertir el movimiento de Tori en Uchi Mata en la dirección opuesta como Chabarelly (Mae Hiza Ura Nage) o mejor para el autor (Gyaku Uchi Mata)



Fig.7.1.n.o.p.q- Reversing movements- brought to new effective techniques (Finch,Zahonyi)

D) Acortar el tiempo de ataque

Otro objetivo muy importante de los atletas es acortar el tiempo de ataque. Esto obviamente pasa por dos direcciones principales: La velocidad de ataque aumenta con algunos ejercicios especiales de acondicionamiento, pero es muy difícil aumentar la velocidad de los adultos tanto en movimientos simples como complejos porque es una propiedad genética de los atletas. Normalmente, como máximo, sólo es posible un aumento muy pequeño de dicha calidad ontogenética, que se desarrolla entre los 8 y los 14 años. Pero el tiempo del ataque se puede acortar no solo por el aumento de velocidad (prácticamente imposible en la edad adulta) sino también por herramientas de biomecánica, recordando que la velocidad es Espacio / Tiempo, $v = ds / dt$, entonces es posible aumentar la velocidad acortando el espacio cubierto, en palabras simples, la solución se puede obtener, mediante un sofisticado estudio de las trayectorias de contacto, que se puede acortar con movimientos adecuados y bien sincronizados, con el uso de Hando No Kuzushi, que se basa en los principios

biomecánicos de acción y reacción. Normalmente el jugador utiliza la llamada "prueba" (acción, movimiento o empuje/tirón) para producir una ruptura reaccionaria del equilibrio. Es la aplicación más clara del principio del Judo "Máxima eficacia con el mínimo esfuerzo". Utilizando este principio, el jugador aplica la fuerza al oponente, y cuando siente la respuesta o resistencia típica del movimiento, puede tomar ventaja invirtiendo su movimiento en la dirección correcta. Por Hando No Kuzushi, cada acción o reacción del adversario puede volverse en su contra, acortando el tiempo de contacto.

E) Evolución de las técnicas de habilidad

Con la continua evolución del estilo competitivo, para el correcto entrenamiento de los atletas «top», necesitamos una mejor comprensión de las habilidades del judo y su tendencia en las competiciones de alto nivel. Obviamente, los principios físicos básicos de las técnicas estándar de judo y las habilidades de judo (técnicas de lanzamiento competitivas) son los mismos, pero las condiciones dinámicas son bastante diferentes (movimientos rápidos, más oposición, sincronización, cambio de velocidad, etcétera).

La forma correcta de aprender la conexión con las técnicas estándar, y de entender la evolución competitiva de las habilidades del judo, fue firmada por primera vez por el Dr. Kano con la formulación del principio de "Máximo efecto con el mínimo esfuerzo". Este principio se puede traducir en dos útiles observaciones biomecánicas: 1) Mejorar las técnicas para ganar significa producir una economía máxima de movimientos. 2) Mejorar las técnicas para ganar significa producir una máxima economía de tensión. La explicación de los comentarios es que los campeones de competición, consciente o inconscientemente, tienden a encontrar los métodos correctos para minimizar su gasto total de energía para ganar. De alguna manera: ya sea minimizando su propia tensión muscular con cambios correctos en los patrones de lanzamiento (por ejemplo, tirando hacia abajo el punto de apoyo), minimizando la capacidad del antagonista defensivo con cambios correctos en las direcciones de ataque (por ejemplo, ataque en la dirección del lado adversario donde la capacidad muscular resistiva es más débil) o utilizando movimientos técnicos simples para lanzar al adversario (por ejemplo, barriendo la pierna con ashi harai). Se trata de dos reglas biomecánicas, que nos permiten comprender mejor la evolución de las habilidades y trucos del judo en las competiciones de alto nivel.

F) Conexión Tachi Waza – Ne Waza

Esta área no está completamente analizada en el mundo de la investigación debido a las posibles posiciones relativas del infinitivo y las posibilidades de resolver este problema. Aquí hay cuatro métodos específicos para ir de Tachi Waza a Ne Waza, comenzando desde el más adecuado hasta el menos conveniente:

1) Atacar en Tachi Waza y conducir por Ne Waza sin pérdida de tiempo.
2) Conducir sobre Ne Waza, el adversario por la Técnica Ikkomi.
3) Aplicar un Sutemi Waza y continuar en Ne Waza.
4) Ser lanzado con la idea de continuar en Ne Waza.

Normalmente, la conexión fácil Tachi Waza – Ne Waza debe fluir en una conexión fluida entre Osae Waza, Shime Waza y Kansetsu Waza. En las siguientes figuras, podemos ver una conexión clásica Tai Otoshi –Ude Ishigi Giugi Gatame- aplicada por Adams sobre Jacobson, y una conexión muy dinámica Tachi Waza-Ne Waza por Flying Juji Gatame aplicada por Divisenko contra Neureuther



Fig.7.1.r.s.t.u.v, Classical connection Tachi waza-Ne waza by Adams (Finch)

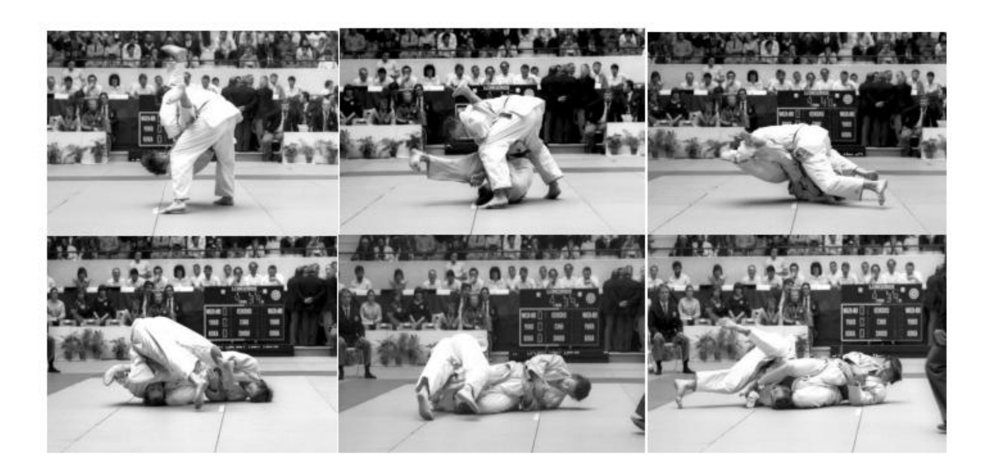


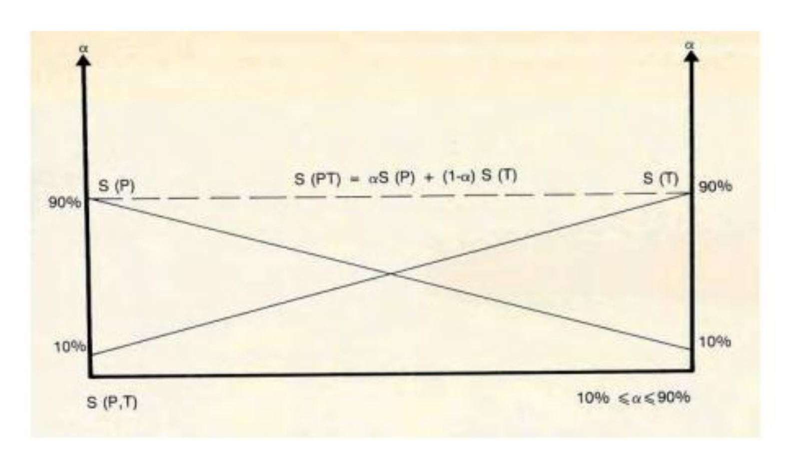
Fig 7.1.w.x.y.z. A dynamic Connection Tachi-Ne Waza -Flying Juji Gatame by Divisenko (Finch)

Una forma básica de abordar el problema podría ser, considerando cada lanzamiento específico aplicado:

1. Clasificando la distancia entre Tori de pie y Uke de pie en función de la posición relativa (por ejemplo, desde la cabeza, el costado, los pies)
2. Al ordenar la posibilidad de aplicar osae, shime y kansetsu, en términos de facilidad
3. Al elegir la solución más fácil en términos de movimientos para hacer
4. Encontrando la solución y adoptándola de la forma más automática posible.

7.2 La iniciativa como herramienta psicológica, estrategia y táctica

La dinámica competitiva se basa en el estudio de las fuerzas y su conexión con la velocidad de ejecución del movimiento específico (técnicas de lanzamiento, Tsukuri, etcétera) en el sistema de "Pareja de Atletas", que a menudo se mueve con su velocidad en la colchoneta (Tatami). El parámetro velocidad juega un papel muy importante tanto como velocidad de ataque relativa como velocidad de cambio absoluta del sistema de pareja. De hecho, en cada cambio de ritmo vinculado, en competición, al Sistema de Pareja, es posible aplicar una técnica específica (cfr. Gleeson 5; Sacripanti 8.3). Es interesante recordar que, durante el combate, se conectan sin solución de continuidad dos facetas muy diferentes: La faceta psicológica y la faceta técnica. La habilidad de lucha "óptima" del atleta (cfr. Biomeccanica del Judo) podría definirse como una combinación variable de facetas anteriores, con respecto a la situación de lucha específica. Entonces es posible escribir la siguiente fórmula:



$$S(p,T) = \alpha S(p) + (1-\alpha)S(T)$$
$$\text{with } 10\% \leq \alpha \leq 90\%$$

Fig.7.2.a La habilidad de lucha en función de la psicología y la técnica

Donde S (p, T) = Habilidad de lucha; S (p) = faceta psicológica interna y/o externa; S (T) = Faceta técnica. Si analizamos la faceta psicológica durante el combate, es necesario repasar desde el punto de vista Técnico – Psicológico, y un aspecto muy importante previamente analizado desde el punto de vista Técnico Biomecánico (cfr. Biomecánica del Judo) esta es la principal herramienta durante el combate para conseguir la victoria.

La Iniciativa: La definición de la iniciativa es el dominio Psicológico-Técnico de un componente del "Sistema de Pareja" sobre el otro componente. En la dinámica de combate, la Iniciativa es básica si debemos desarrollar planes de ataque activo. También está claro que su preservación debe estar relacionada con la velocidad de ejecución, la fuerza muscular, la habilidad técnica y la presión psicológica. La iniciativa es tan básica durante una pelea que solo el poseedor puede llevar a cabo el ataque y poner al oponente a la defensiva. Existe evidencia científica de la afirmación anterior. Algunos estudios apoyan un aumento de testosterona basado en los resultados para los ganadores y disminuciones para los perdedores; sin embargo, los resultados son mixtos en toda la literatura (Gonzales-Bono, Salvador, Serrano y Richarte, 1999; Mazur, Susman y Edelbrock, 1997; Schultheiss, Campbell y McClelland, 1999; Suay y Salvador, 1999; Salvador, Simón, Suay y Llorens, 1987). La falta de consistencia sugiere que otros factores además del resultado influyen en la respuesta hormonal a la competición. Por ejemplo, Serrano, Salvador, González-Bono, Sanchis y Suay (2000) encontraron en una competición de judo que los niveles de testosterona solo se asociaban positivamente con la autoevaluación del rendimiento y la atribución de los resultados al esfuerzo personal.

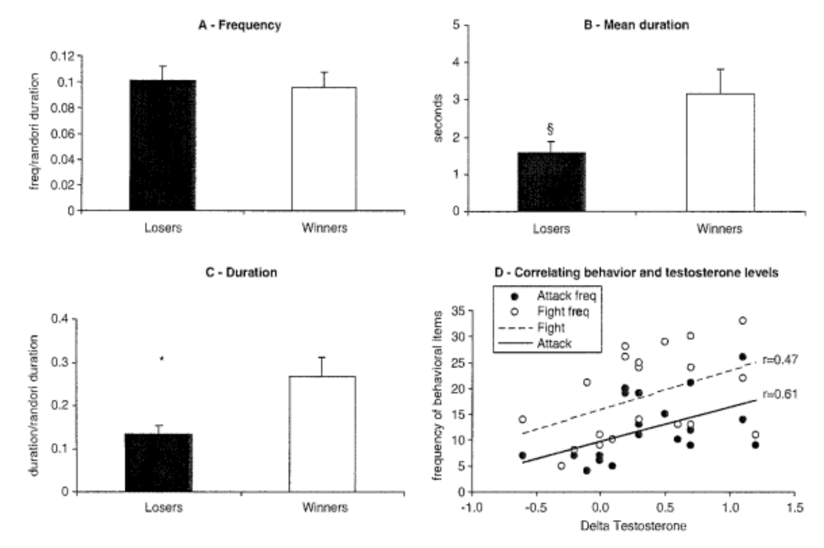


Fig.7.2.b.c.d.e, Behavior during Randori session. Comparison between winner and loser in frequency, duration and mean duration of the attack.Correlation between Testosterone level (pre/post) and frequency of attack and fight. From Parmigiani et al. In Judo, Randori (Free Fight) and Kata (Highly Ritualized Fight) Differentially Change Plasma Cortisol, Testosterone, and Interleukin Levels in Male Participants

Además, el cortisol mostró una relación significativa con el estado de ánimo negativo. Todos estos estudios demuestran que el aumento de la Iniciativa está estrictamente relacionado con la motivación basada en la habilidad técnica y la presión psicológica, que alteran la coordinación psicomotriz del oponente y disminuyen sus capacidades reactivas. Muy a menudo, la iniciativa asume la característica convincente de ataques continuos que fluyen en un lanzamiento ganador. A veces es posible permitir que la concordancia en una faceta psicológica gane de nuevo en la iniciativa biomecánica o viceversa. Un campeón de judo es un hombre que enfrenta, resuelve y domina todos los aspectos de la competición.

Los aspectos de cada competición se pueden agrupar en tres clases: 1. Aspectos psicológicos puros, 2. Aspectos psicotécnicos y 3. Aspectos puramente técnicos.

Por ejemplo, algunos aspectos se presentan en la siguiente lista indicativa:

A) *Factores psicológicos*: Público, Árbitros, Entrenador, Oponente, Ansiedad, Estado de ánimo negativo, Sobreestimación, Subestimación, Falta de concentración

B) *Factores técnicos-psicológicos:* Técnicas de combinación (cap. 8.5), fintas (cap. 3.3), agarres de interferencia (Kumi Kata) (cap. 2.3; 3.4), explotación correcta del tiempo de lucha, explotación correcta de penalizaciones, obstruccionismo activo en la competición, variación del ritmo correcto de la competición, técnicas de truco (cap. 5.3), Iniciativa (cap. 3.3)

C) *Factores técnicos*: Desequilibrios rotacionales (cap. 3.1), aprovechamiento de la energía cinética (cfr. 3.3), aprovechamiento del momento angular (cfr.3.3), distancia relativa (cfr.3.4), agarres (Kumi Kata) (cfr.3.4), cambio de dirección, dirección de ataque (cfr.3.4), equilibrio del peso corporal, acondicionamiento muscular, aprovechamiento correcto del consumo de energía durante la lucha.

Estrategia y táctica

La competición de judo es una lucha bajo las normas del judo entre dos atletas que aspiran a un mismo objetivo: conseguir la victoria. Normalmente, cuando se realizan los agarres (kumi kata), comienza la pelea, con todos los ataques posibles, acciones defensivas y contra técnicas que fluyen hasta la victoria final. Generalmente, las acciones desarrolladas se basan, tanto en el reglamento de competición como en las situaciones concretas de la lucha. Estas oportunidades provienen de la personalidad y la capacidad técnica de los atletas. Un millar de concursos demostraron la solidez experimental de estos

conceptos, mientras que el análisis biomecánico nos muestra su solidez científica. Cada pelea tiene su camino específico hacia la victoria, basado en las capacidades técnicas y psíquicas de los atletas. Un buen atleta entiende que nociones básicas como el desequilibrio, las técnicas de combinación (Renzoku y Renraku Waza) o la oportunidad son conceptos variables que dependen de muchos parámetros como sus propias acciones, las acciones del oponente, la velocidad de cambio de un par de sistemas del atleta, los agarres, el posicionamiento, etc. Con base en las consideraciones anteriores, la gobernanza de la lucha debe basarse en la estrategia.

La *estrategia de competición* está implicada en coordinar las fuerzas externas e internas, o las tensiones equilibradas con los movimientos relativos, hasta conseguir la victoria. La estrategia da conceptos generales a los atletas para gobernar la pelea hasta la victoria. *La táctica* se basa en la capacidad de gobernar y mantener la acción transitoria.

Entonces se puede definir la estrategia como el plan o la conexión flexible de más planes basados en la coordinación de esfuerzos físicos, armonizados con el movimiento relativo finalizado para la victoria de la pelea. Se define Táctica como la capacidad de utilizar la fase transitoria. Las tácticas están conectadas para realizar acciones técnicas de forma natural, como la percepción natural de la situación real como el estado místico Zen llamado Satori (cfr Introducción de la primera edición). Las tácticas, en nuestro opinión se pueden conectar, no solo con un movimiento de ataque específico en una situación de lucha transitoria, sino también con Kaeshi Waza como solución a una situación transitoria como el ataque improvisado aplicado por los competidores. En las siguientes figuras, podemos ver un hermoso Seoi izquierdo (con Mae Mawari táctico) de Koga en Ciupe, y el mismo truco (con Mae Mawari táctico) aplicado por Ciano durante un Tama Guruma de combate.



Fig.7.2.f.g.h.i. -Tactic for throwing (Mae Mawari by Kokga) to overcome defence on Seoi (Finch)



Fig.7.2. j.k.m.n.o.p.q.r.s.t.u.v.w- Tactic for throwing (Mae Mawari by Ciano) to overcome defence on Seoi (Zahonyi)

7.3 Estudios científicos sobre la competición

En estos últimos veinte años, a partir de la primera edición de este libro "Biomeccanica del Judo", muchos estudios científicos de Japón, Polonia, Bélgica, Brasil, Estados Unidos, Francia, España, Italia y otros países, a partir de los trabajos de Matsumoto y Sikorski, se han centrado en la competición. Desafortunadamente, la validez de su información ha disminuido debido a los cambios en las reglas de arbitraje. Algunos de estos cambios se introdujeron para aumentar el ritmo de competición o para introducir técnicas prohibidas. Muchos estudios están relacionados con la respuesta fisiológica del cuerpo humano, como el consumo de energía o los cambios hormonales en los atletas, etc., y reportamos algunos resultados de estos estudios en otro párrafo (cfr 7.1; 9.1). Muchos de los esfuerzos están conectados en el campo de la estadística aplicada a las técnicas utilizadas durante el combate, con el objetivo de destacar la evolución de las herramientas técnicas competitivas aplicadas a la victoria, encontrando una conexión con la preparación técnica. Otros están relacionados con el estudio de la dinámica de lucha, donde el objetivo ha sido evaluar la supremacía técnica del vencedor por los métodos de Kalina. Muy a menudo, la supremacía no solo está relacionada con la selección correcta de los medios de lucha, sino también con los métodos, que dependen del resultado real de la contienda. Con el inicio de las competiciones internacionales femeninas, para profundizar el conocimiento de la mecánica de la competición, muchas personas realizaron estudios sobre el análisis comparativo de mujeres vs hombres. Además, se analizó el uso del tiempo en la competición para conectar el ataque y los resultados como conocimientos básicos para construir nuevas estrategias más adecuadas. A continuación, mostramos un breve resumen de los métodos y resultados obtenidos en estos últimos veinte años.

a) Estudios Estadísticos de Competiciones.

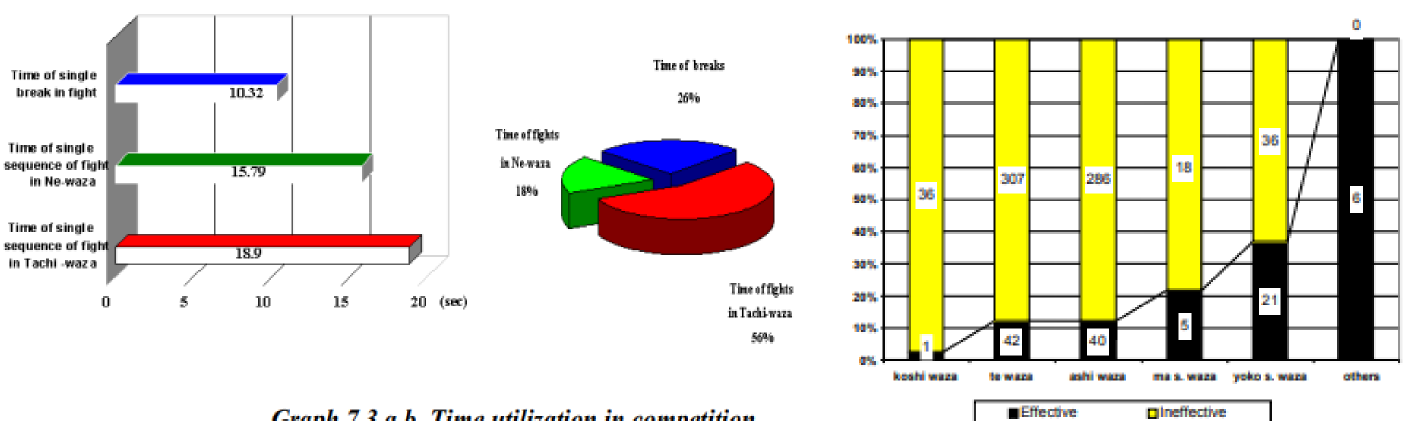
El judo, al igual que otros deportes, necesita tener datos de competiciones reales para obtener datos sobre el consumo de energía para abordar correctamente el acondicionamiento de los atletas. En los deportes de situación, los insumos estadísticos son necesarios para otra información, tanto para la capacidad de construir estrategias estándar. (Ver la primera edición italiana: Biomeccanica del Judo) como para la capacidad de entender la evolución técnica del judo. Muchos datos restringidos, obviamente, están en los archivos de las federaciones nacionales, pero también hay algunos datos publicados, y mostramos qué tipo de información es posible seleccionar a partir de ellos.

Partiendo de Japón, uno de los primeros y más interesantes y realmente completos trabajos se refiere a Matsumoto, Takeuchi y Nakamura sobre el análisis de todos los campeonatos de judo de Japón 1971, publicado en 1978. Por ejemplo, en ese trabajo se estudiaron las técnicas más utilizadas, su número, los resultados conectados, el número para cada atleta, las acciones defensivas divididas por la categoría de peso y contra cada técnica, los agarres y los dromogramas (trayectoria cambiante de los competidores) conectados a los agarres, los lugares de la colchoneta donde se logra Ippon, la utilización real del Tatami conectado a los agarres.

En 1997, Hirose y otros hicieron una comparación entre los juegos japoneses y el campeonato europeo de 1993, para la categoría de 95 Kg. El primer resultado fue que, en Europa, se otorgaron muchos Ippon y Yusei gachi, Hantei Gachi que en Japón. En cuanto a la información técnica recopilada: en Europa, la mayoría de los ataques se intentaron con agarres incompletos. En cuanto a las técnicas de lanzamiento, tanto el Te Waza como el Ashi Waza se encontraron en los dos países, pero en Europa los Te Waza utilizados fueron en su mayoría recogidas (picks ups). Esto también depende de la estrategia de agarres incompletos aplicados, en cambio en Japón los Te waza más aplicados fueron los Seoi Nage. Además, sobre el Ashi Waza, los investigadores encontraron diferencias interesantes: entre los Ashi Waza en Japón se aplicaban la mayoría de los O waza, por el contrario, en Europa la mayoría de los Ko Waza. Esta encuesta dejó claras las grandes diferencias en la visión del judo y el enfoque de lucha entre Europa y Japón. El mismo autor realizó un estudio sobre el desarrollo dinámico de la lucha de judo bajo el cambio de regulaciones de la Federación Internacional de Judo (FIJ). Algunos de los principales hallazgos fueron el aumento de la proporción de ippones tanto para hombres como para mujeres, y aunque había una clara distinción entre hombres y mujeres hasta 2003, la diferencia sexual en el rendimiento de la competición se hizo menor cuando la diferencia en el período de tiempo ya no se utilizó después de 2003.

b) Deportistas masculinos

Muchos datos provienen de Polonia, donde la Academia de Deportes de Cracovia ha estudiado la competición en un rango muy alto desde 1980. Berkowitz fue un investigador líder en el campo de los estudios estadísticos sobre la competición de judo. La mayoría de los siguientes gráficos y tabulaciones están tomados de las obras de Sterkowicz, Maciej, y algunas de ellas están conectadas con otras obras similares. Los dos gráficos muestran el mientras tanto utilizado en Ne waza, Tachi waza y stop. El otro gráfico está relacionado con la efectividad de las técnicas en Tachi waza. Los datos estadísticos de la competición también podrían dar muchos otros indicios, como: la tendencia de los lanzamientos de judo más aplicados, la dirección lateral de los ataques, o los contraataques y las combinaciones más utilizadas, hasta la utilización estratégica del tiempo de lucha. En las siguientes tablas tomadas de diferentes obras de Stercowictz y Sterkowictz y Maslej se ordenan todos estos datos.

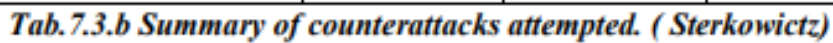


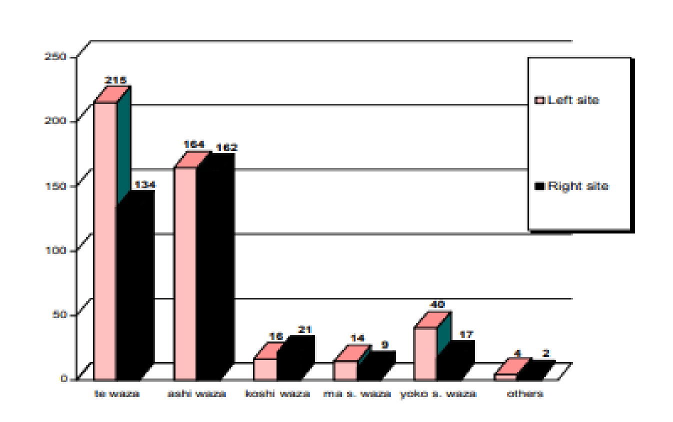
Graph 7.3.a.b, Time utilization in competition

Técnicas		Lado derecho		Lado izquierdo		Total	
		#	%	#	%	#	%
1	SEOI-NAGE	97	21%	47	14%	144	18%
2	UCHI- MATA	57	13%	64	19%	121	15%
3	TAI-OTOSHI	39	9%	31	9%	70	9%
4	KUCHIQUI TAOSHI	40	9%	19	6%	59	7%
5	0-UCHI-GARI	22	5%	17	5%	39	5%
6	KO-UCHI-GARI	16	4%	19	6%	35	4%
7	HARAI-GOSHI	13	3%	16	5%	29	4%
8	0-S0TO-GAR1	12	3%	16	5%	28	4%
9	KO-UCH1-MAKIKOMI	16	4%	10	3%	26	3%
10	YOKO-OTOSHI	17	4%	8	2%	25	3%
11	SEOI-OTOSHI	10	2%	11	3%	21	3%
12	TANI-0TOSHI	12	3%	8	2%	20	3%
13	KO-SOTO-GAR1	11	2%	9	3%	20	3%
14	KO-SOTO-GAkE	12	3%	7	2%	19	2%
15	KAT A-GURUMA	10	2%	9	3%	19	2%
16	SUKUI-NAGE	10	2%	8	2%	18	2%
17	DE-ASHI-HARAI	10	2%	8	2%	18	2%
18	SASAE-TSURI-KOMI-ASHI	6	1%	8	2%	14	2%
19	UKI-WAZA	11	2%	1	0%	12	2%
20	MOROTE-GAR1	5	1%	6	2%	11	1%
21	TOMOE-NAGE	6	1%	4	1%	10	1%
22	SUMI-GAESHI	3	1%	5	1%	8	1%
23	SOTO -MAKIKOMl	2	0%	4	1%	6	1%
24	0-GOSHI	3	1%	3	1%	6	1%
25	URA NAGE	5	1%	0	0%	5	1%
26	SUMI-0TOSHl	2	0%	2	1%	4	1%
27	KIBISU-GAESHI	2	0%	1	0%	3	0%
28	USHIRO-GOSHI	0	0%	1	0%	1	0%
29	SODE-TSURI-KOMI-GOSHI	0	0%	1	0%	1	0%
30	OTRAS	4	1%	2	1%	6	1%
TOTAL:		453	100%	345	100%	798	100%

Table7.3.a Summary of the attempted TACHI-WAZA techniques (Sterkowictz)

Name of throw		Number of counterattacks		Average score received
		Total	Effective	
1.	TANI-OTOSHI	8	4	6.5
2.	KOSOTO-GARI	6	2	10
3.	UCHI-MATA	5	1	5
4.	SUKUI-NAGE	4	1	5
5.	SUMI-OTOSHI	4	4	5.8
6.	OSOTO-GARI	3	2	8.5
7.	KOSOTO-GAKE	2	-	-
8.	KUCHIKI-TAOSHI	1	-	-
9.	SUMI-GAESHI	1	1	5
10.	URA-NAGE	1	1	3
11.	HARAI-GOSHI	1	-	-
12.	SEOI-NAGE	1	-	-
13.	OTHER	4	4	5.3


Tab.7.3.b Summary of counterattacks attempted. (Sterkowictz)



Tab.7.3.c Direction of attack attempted (Sterkowictz)

Combination name	Number of combinations attempted		Average score received
	Total	Effective	
UCHI-MATA/KO-UCHI-GARI	11	2	7
O-UCHI-GARI/UCHI-MATA	3	-	-
KO-UCHI-GARI/KUCHIKI-TAOSHI	2	-	-
KUCHIKI-TAOSHI/TAI-OTOSHI	2	2	5
UCHI-MATA/KO-SOTO-GAKE	2	-	-
KO-SOTO-GARI/TAI-OTOSHI	2	-	-
TAI-OTOSHI/SEOI-NAGE	2	-	-
DEASHI-HARAI/UCHI-MATA	1	-	-
O-SOTO-GARI/TAI-OTOSHI	1	-	-
SUKUI-NAGE/OSAE-KOMI	1	1	10
SEOI-NAGE/KO-UCHI-GARI	1	1	10
DE-ASHI-HARAI/SEOI-NAGE	1	-	-
SEOI-NAGE/KUCHIKI-TAOSHI	1	-	-
UCHI-MATA/OSAE-KOMI	1	1	10
OUCHI-GARI/KO-UCHI-GARI	1	-	-
TANI-OTOSHI/OSAE-KOMI	1	1	5
KO-SOTO-GAKE/KUCHIKI-TAOSHI	1	1	5
SEOI-NAGE/KIBISU-GAESHI	1	1	3

Tab.7.3.d, Summary of combinations attempted (Sterkowictz)

Group of Techniques	1983 Polish National Championships (Sterkowicz I Kesek 1985) (n=512)	1996 Polish National Championships Sterkowicz (n=792)
TE-WAZA	56%	44%
ASHI-WAZA	28%	41%
KOSHI-WAZA	8%	5%
SUTEMI-WAZA	7%	10%

Tab.7.3.e, Comparison of the distribution of various techniques used in a judo competition in Poland in 1983 and 1996. From Sterkowicz

	ippon	wazari	yuko	koka	Tot.
Nage Waza	**172**	**149**	**246**	**127**	**696 -89.2%**
Ashi Waza	62	47	67	53	**230-29.5%**
Te Waza	54	43	83	37	**218-27.9%**
Yoko Sutemi	19	20	44	18	**101-12.9%**
Ma Sutemi	20	27	25	13	**85-10.9%**
Koshi Waza	17	12	27	6	**62-7.9%**
KatameWaza	**47**	**18**	**6**	**7**	**79-10.1%**
Osae Waza	30	18	5	7	**61-7.8%**
Shime Waza	4	0	0	0	**4-0.8%**
KansetsuWaza	13	0	1	0	**14-1.8%**

Tab.7.3.f, Example of Collective data on European Judo championship 2003

c) *Atletas femeninos vs masculinos*

Con el creciente interés por el judo femenino, la mayoría de los investigadores analizaron las diferentes actuaciones de forma comparativa. En el Simposio de Rotterdam 2009, Monteiro y col., mostraron resultados comparativos muy interesantes sobre la comparación de la fuerza entre hombres y mujeres en 63 judokas de muchos países. El resultado fue que en el hombre no hubo una disminución medible de la fuerza en la repetición, pero en las mujeres, la disminución

verificada fue de hasta el 15%. Stachowicz, en el mismo simposio, analizó la diferencia en el tiempo de reacción por género. Las féminas mostraron un tiempo de reacción más largo (0,426 s) que el masculino (0,393 s). El tiempo total podría mejorarse con una prueba especial de aptitud física para el judo. En las siguientes pestañas se muestran los resultados de Sterkowicz sobre la comparación técnica cuantitativa y cualitativa masculina y femenina en los Juegos Olímpicos de Atlanta. En un trabajo reciente, el profesor Segedi de Croacia analiza el Gran Premio de Rijeka 2013, comparando los resultados técnicos masculinos y femeninos y el tiempo de lucha dividido en categorías. Sus resultados se muestran en las tablas 2 y 3.

Table 2. Fifteen most successful technical elements used during the Olympic Men and Women Judo Tournament — Atlanta '96 (figures and percentages)

Lp.	Techniques frequently used in womens' judo fights (Atlanta 1996)	n	%	Techniques frequently used in mens' judo fights (Atlanta 1996)	n	%
1.	Seoi-nage*	40	13,2	Seoi-nage*	60	12,3
2.	O-uchi-gari	33	11,0	Uchi-mata	39	8,0
3.	Uchi-mata	22	7,3	O-uchi-gari	38	7,8
4.	Harai-goshi	20	6,6	Ko-uchi-gari	27	5,6
5.	O-soto-gari	16	5,3	Ko-soto-gake	19	3,9
6.	Ko-soto-gake	15	5,0	Kata-guruma	19	3,9
7.	Ko-uchi-gari	13	4,3	O-soto-gari	18	3,7
8.	Kuchiki-taoshi	9	3,0	Ude-hishigi-juji-gatame	17	3,5
9.	Ude-hishigi-juji-gatame	9	3,0	Kuchiki-taoshi	17	3,5
10.	Kesa-gatame**	9	3,0	Tomoe-nage	15	3,1
11.	Yoko-shiho-gatame**	9	3,0	Sukui-nage	14	2,9
12.	Ko-soto-gari	7	2,3	Ko-soto-gari	14	2,9
13.	Tani-otoshi	7	2,3	Tani-otoshi	13	2,7
14.	Tate-shiho-gatame	6	2,0	Yoko-shiho-gatame**	13	2,7
15.	Tai-otoshi***	6	2,0	Tai-otoshi***	12	2,5
	Other	80	26,6	Other	151	31,0
	Total	301	100	Total	486	100

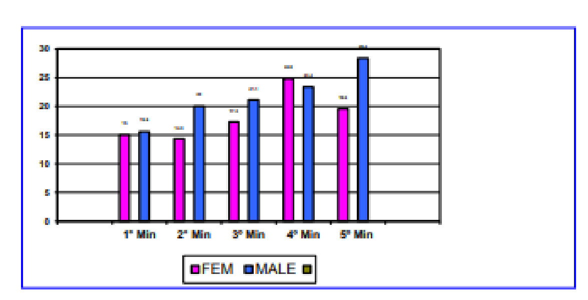
* Different variants (Eri, Ippon, Morote); ** Together with Kuzure; *** ex aequo with Sukui nage (n = 6)

Table. 4. Averaged quantitative and qualitative parameters characterising combat during the Atlanta Olympic Men and Women Judo Tournament

Group	Average time of the bout	Index $\frac{\Sigma actualtime}{\Sigma \max time} 100$	Number of scored action in one bout	Number of points from effective techniques in one fight ($\bar{x}$)	Number of points from penalties in one bout ($\bar{x}$)	Value of scored actions ($\bar{x}$)
Women	2 min 54 sec	72,5	2,86	11,21	2,93	5,18
Men	3 min 06 sec	62,0	3,95	14,27	6,2	5,15

En cambio, Franchini, de Brasil, analizó las técnicas aplicadas, agrupando a los atletas por categorías de peso y por sexo, con el fin de tener datos para mejorar el entrenamiento de judo. Se analizaron doscientas treinta y ocho peleas en hombres, y 171 peleas en mujeres que formaron parte del campeonato europeo. Las categorías de peso se agrupan de acuerdo con las similitudes de uso de ciertos grupos de lanzamientos. Para las categorías femeninas, -48 kg y -52 kg y -57 kg, el grupo de lanzamientos más dominante son los lanzamientos manuales. El segundo grupo comprende las categorías de peso de -63 kg a +78 kg. Dentro de este grupo, los lanzamientos de pierna son los más utilizados. En la parte masculina del torneo, también se pueden distinguir dos grupos. En el primer grupo, hay categorías de -60 kg, -66 kg y -73 kg. El grupo dominante de lanzamientos en estas categorías son las técnicas de mano. Las técnicas de piernas son las segundas más

utilizadas. El segundo grupo incluye las categorías de 81 kg, -90 kg y +100 kg, en las que las técnicas de pierna fueron las más utilizadas y las segundas técnicas más utilizadas son las técnicas de mano. Las conclusiones que da este investigador son muy interesantes y útiles: "Está claro que el judo es diferente para cada categoría y que hay que entrenarlo de esa manera. El enfoque individual o, al menos, la homogeneidad de los grupos permite una mayor eficiencia de la formación y mayores posibilidades de obtener buenos resultados internacionales". El siguiente diagrama relativo a la Eurocopa 2002: Monteiro y Chambel en comparación con otros estudios (Monteiro, 2001; Pulkinnen, 2001; Franchini, 2001; Sterkowicz y Maslej, 1998; Castarlenas y Planas, 1997; Gorostiaga, 1988; Sikorski et al., 1987), muestran una disminución en el tiempo de parada y un aumento en la proporción de la ventaja de Ippon.



Tab.7.3.g,-% Ippons in each minute of a contest in Female and Male Judoka (Monteiro &Chambel)

	TT	% Total Ippons	N° Total GoldenScore	Medical Care Aver. of each	Belt/Judogi Aver. of each	Others ST (Aver.)
Female	3´18´´	63.2	6	68.0´´	30´´	28.3´´
Male	3´30´´	70.7	6	71.7´´	34´´	38´32´´

Tab.7.3.h, Female and Male in the contest: Total Time, % Ippons, Golden Score, Stop Medical Care, Stop Belt and Judogi and Others Stop

CATEGORY	END BEFORE REGULAR TIME	END IN REGULAR TIME	END IN GOLDEN SCORE	CATEGORY	END BEFORE REGULAR TIME	END IN REGULAR TIME	END IN GOLDEN SCORE
- 60 KG	10	5	0	- 48 KG	2	0	0
- 66 KG	11	11	1	- 52 KG	3	5	0
- 73 KG	7	8	2	- 57 KG	15	3	0
- 81 KG	19	4	1	- 63 KG	6	7	1
- 90 KG	10	7	0	- 70 KG	7	4	0
- 100 KG	10	4	0	- 78 KG	1	7	1
OVER 100 KG	12	3	0	OVER 78 KG	5	0	1
TOTAL (MALE)	79***	42*	4	TOTAL (FEMALE)	39**	26*	3

Tab.7.3.i, Comparative fighting time both for weight category and gender (Segedi 2014)

CATEGORY	SCORE IN NE WAZA	SCORE IN TACHI WAZA	CATEGORY	SCORE IN NE WAZA	SCORE IN TACHI WAZA
- 60 KG	3	10	- 48 KG	1	1
- 66 KG	3	13	- 52 KG	3	2
- 73 KG	1	11	- 57 KG	5	13
- 81 KG	5	19	- 63 KG	1	10
- 90 KG	5	11	- 70 KG	2	7
- 100 KG	6	5	- 78 KG	0	6
OVER 100 KG	4	7	OVER 78 KG	1	5
OVERALL	27	81*	OVERALL	13	45*

Tab.7.3.j, Comparative score in Ne waza and Tachi waza both for weight category and gender (Segedi 2014)

d) Mujeres deportistas

	48kg	52 kg	57 kg	63 kg	-70 kg	-78 kg	+78kg	Total
Nage Waza	**91** 91,0 %	**99** 86,0 %	**93** 88,6 %	**98** 91,6 %	**78** 82,1 %	**71** 89,9 %	**64** 84,2 %	**594** 87,7%
Katame Waza	**9** 9,0 %	**16** 14 %	**12** 11,4 %	**9** 8,4 %	**17** 17,9 %	**8** 10,1 %	**12** 15,8 %	**83** 12,3%
Total	**100** 14,8 %	**115** 17,0 %	**105** 15,5 %	**107** 15,8 %	**95** 14,0 %	**79** 11,7 %	**76** 11,2 %	**677** 100 %
χ^2= 6.84; Df = 6; p = 0.336; C=0,10								

Tab.7.3.k, Situation's efficiency of the groups' judo technique (Kamjianovic)

Kamjianovic y col., hicieron el análisis de 359 peleas de competidoras femeninas senior de los campeonatos europeos de Düsseldorf (GER)-2003 y Bucarest (ROM)-2004. El tema fue un análisis comparativo de la eficiencia situacional entre siete categorías de peso para competidoras femeninas. La eficiencia situacional se calculó de acuerdo con la fórmula (Sikorski, 1985): EFICIENCIA SITUACIONAL = (Número de ataques oficiales/número de todos los ataques) x 100. Los indicadores situacionales de los combates de judo están representados con diecisiete variables que se registraron en el protocolo estadístico oficial. Se determinaron los parámetros básicos de frecuencia y valor porcentual. Los resultados se muestran en las siguientes tablas

	48 kg	52 kg	57 kg	63 kg	-70 kg	-78 kg	+78kg	Total
TE	**27** 27%	**26** 22,6%	**37** 35,2%	**28** 26,2%	**26** 27,4%	**22** 27,8%	**11** 14,5%	**177** 26,1%
KOSHI	**8** 8%	**1** 0,9%	**8** 7,6%	**14** 13,1%	**8** 8,4%	**7** 8,9%	**5** 6,6%	**51** 7,5%
ASHI	**38** 38%	**39** 33,9%	**29** 27,6%	**41** 38,3%	**31** 32,6%	**23** 29,1%	**34** 44,7%	**235** 34,7%
MA	**6** 6%	**11** 9,6%	**4** 3,8%	**3** 2,8%	**1** 1,1%	**3** 3,8%	**1** 1,3%	**29** 4,3%
YOKO	**12** 12%	**22** 19,1%	**15** 14,3%	**12** 11,2%	**12** 12,6%	**16** 20,3%	**13** 17,1%	**102** 15,1%
OSAE	**5** 5%	**11** 9,6%	**8** 7,6%	**6** 5,6%	**13** 13,7%	**6** 7,6%	**11** 14,5%	**60** 8,9%
SHIME	**1** 1%	**0** 0%	**1** 1,0%	**1** 0,9%	**0** 0%	**0** 0%	**1** 1,3%	**4** 0,6%
KANSETSU	**3** 3%	**5** 4,3%	**3** 2,9%	**2** 1,9%	**4** 4,2%	**2** 2,5%	**0** 0%	**19** 2,8%
Total	**100** 14,8%	**115** 17,0%	**105** 15,5%	**107** 15,8%	**95** 14,0%	**79** 11,7%	**76** 11,2%	**677** 100%
χ^2= 58.3; df = 42; p= 0.048, C=0,28								

Tab.7.3.l, Situation's efficiency of the subgroups judo techniques (Kamjianovic)

	-48 kg	-52 kg	-57 kg	-63 kg
1.	O Uchi Gari 14%	O Uchi Gari 15,6%	Seoi Nage 11,4%	Sukui Nage 13,1%
2.	Uchi Mata 13%	Tani Otoshi 15,6%	Sukui Nage 9,5%	Uchi Mata 9,7%
3.	Sukui Nage 7%	Uchi Mata 9,6%	O Uchi Gari 9,5%	De Ashi Barai 7,5%
4.	Tani Otoshi 6%	Seoi Nage 7,8%	Tani Otoshi 6,7%	Harai Goshi 7,5%
5.	Kata Guruma 5%	Sukui Nage 5,2%	Uchi Mata 5,7%	Tai Otoshi 6,5%
6.	Ko Uchi Gari 4%	Sumi Gaeshi 5,2%	Kuchiki Taoshi 3,8%	O Uchi Gari 5,6%
7.	Seoi Nage 3%	Ude Gatame 3,5%	Soto Maki Komi 3,8%	Tani Otoshi 4,7%
8.	De Ashi Barai 2%	Kuchiki Taoshi 3,5%	Kata Guruma 3,8%	Ko Uchi Gari 4,7%
9.	Ko Soto Gari 2%	Ko Uchi Gari 2,6%	Yoko Shiho Gatame 1,9%	O Soto Gari 3,7%
10.	Tate Shiho Gatame 1%	Tomoe Nage 2,6%	Ko Soto Gari 1,9%	Koshi Guruma 3,7%
	-70 kg	-78 kg	+78 kg	
1.	Uchi Mata 9,5%	O Uchi Gari 15,2%	Uchi Mata 10,5%	
2.	O Uchi Gari 9,5%	Seoi Nage 13,9%	Sukui Nage 9,2%	
3.	Seoi Nage 7,4%	Tani Otoshi 7,6%	O Uchi Gari 9,2%	
4.	Kata Guruma 6,3%	O Soto Gari 6,3%	Tani Otoshi 6,6%	
5.	Mune Gatame 6,3%	Soto Maki Komi 5,1%	Kesa Gatame 5,3%	
6.	Tani Otoshi 5,3%	Uchi Mata 3,8%	Koshi Guruma 5,3%	
7.	Ko Uchi Gari 4,2%	Kesa Gatame 3,8%	O Soto Gari 3,9%	
8.	Juji Gatame 4,2%	Harai Goshi 3,8%	Ko Uchi Gari 3,9%	
9.	Harai Goshi 4,2%	Tai Otoshi 3,8%	Ko Soto Gake 3,9%	
10.	Kata Ashi Dori 4,2%	Mune Gatame 2,5%	Seoi Nage 2,6%	

Tab.7.3.m, -Quantitative indicators of successfulness of individual throwing techniques and controlling judo techniques used by female seniors (Kamjianovic)

La tendencia técnica está cambiando en relación con el cambio de las reglas de los árbitros, y el último estudio se refiere al Campeonato de Europa 2008 en Zagreb (Simposio de Rotterdam 2009) por Sertic y colaboradores. Los resultados muestran una alta tendencia a aplicar más técnicas manuales como el Kata Guruma para los hombres, y el Seoi Nage para las mujeres, seguidos de Uchi Mata y O Uchi-Ko Uchi Gari, pero también estas tendencias cambiarán porque a partir de 2013 está prohibido agarrar la pierna directamente con las manos.

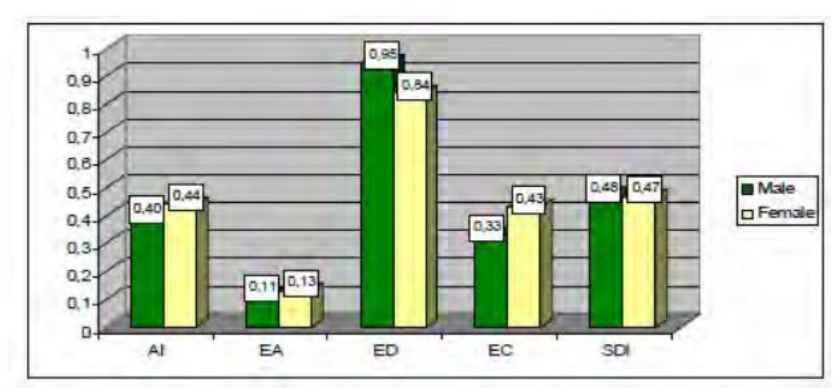
e) Estudios sobre Dinámica de la competición (Método Kalina)

Boguszewski y Boguszewska, de la Academia de Educación Física de Varsovia, Polonia, intentan destacar en el análisis de la competición otro tipo de información. Hicieron un análisis de catorce concursos por la medalla de oro, femenino y masculino, en el Campeonato Europeo de Judo 2005 basado en el método de Kalina sobre la dinámica de lucha en judo [Kalina, 2000].

Los datos empíricos se obtuvieron de múltiples grabaciones de video, todos los eventos anotados en intervalos consecutivos de 10 segundos. La dinámica de lucha se describió mediante las siguientes cinco variables e índices:

- índice de actividad ofensiva/defensiva – IA,
- índice de acciones ofensivas efectivas – EA,
- índice de contraataques efectivos – EC,
- índice de acciones defensivas efectivas, sin contraataques – ED,
- el índice global de dinámica de lucha – SDI, que es el valor medio de los índices específicos mencionados anteriormente, que se determinaron en la contienda dada.

Los resultados no fueron muy emocionantes. De hecho, los finalistas de la Eurocopa mostraron una actividad muy baja. El índice de IA promedio para todos los concursos muestra que el 59% de las veces, los competidores no realizaron ninguna acción. También fue baja la efectividad de las acciones ofensivas EA = 0,12, mayor fue el índice de Contraataques efectivos EC = 0,32. Pero el más alto fue el índice de acciones defensivas efectivas: 0,92. El índice global de dinámicas de lucha muestra que la mayoría de las puntuaciones (58%) se lograron por penalización, no por acciones técnicas. En nueve de los catorce concursos, ganó el competidor que anotó primero. Las dinámicas de lucha más altas reflejadas por el SDI fueron exhibidas por los judokas masculinos, ganadores de medallas de oro en las categorías de peso ligero y mediano. La capacidad más alta para emprender una acción (ofensiva o defensiva; AI) fueron exhibidos por judokas femeninas de la categoría de peso ligero.



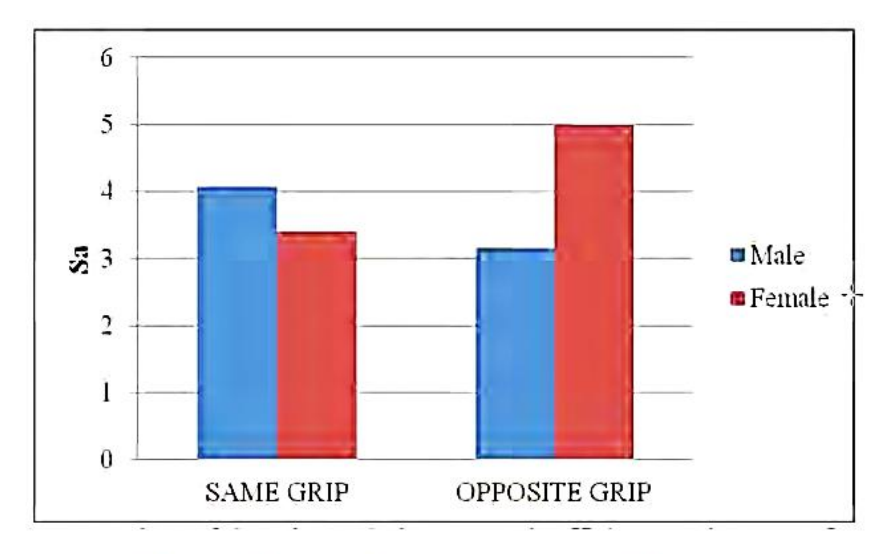
Tab.7.3.n , Kalina's Dynamics for European championship 2005 (Boguszewski and Boguszewska)

El resultado no muy bueno de este análisis en particular da a los autores la capacidad de concluir de esta manera: en las competiciones de judo en el nivel deportivo más alto, los cambios de líderes son raros. La mayoría de los competidores que anotaron primero mantienen la ventaja hasta el final del partido o ganan por "ippon" (antes de que termine el tiempo). Deben introducirse cambios en las reglas de arbitraje para aumentar la dinámica de lucha. El entrenamiento técnico y táctico debe estar dirigido a lograr puntuaciones muy rápidamente (mediante acción táctica u obligando al oponente a ir en contra de las reglas del árbitro) y mantener la ventaja.

f) Lateralidad de los agarres y efectividad del ataque

Durante este último tiempo, los intereses de los investigadores no solo se centran en los lanzamientos en competición, sino también en la habilidad correcta aplicada al lanzamiento, como la lateralidad de los agarres y la dirección de los lanzamientos que son más efectivos. Por ejemplo, Courel Ibáñez y colaboradores de España (2014) analizaron sistemáticamente 242 eventos de 12 Torneos de Ranking Mundial. Los resultados mostraron que atacar el mismo lado del kumi-kata aumenta las posibilidades de anotar y ganar la pelea independientemente del sexo y la categoría de peso. Realizar los mismos ataques laterales por Kenka-yotsu (adversarios usando agarre inverso, derecha contra izquierda) fue lo más efectivo, especialmente para los luchadores de judo más ligeros. Realizar ataques del mismo lado con ai-yotsu (ambos oponentes usan el agarre derecho o izquierdo al mismo tiempo) aumenta la probabilidad de ganar el combate. El estudio de Kajmovic y Radjo de Bosnia y Herzegovina (2014) se basa en el análisis de 280 configuraciones de agarre de hombres junto con el mismo número de técnicas de lanzamiento y 166 configuraciones de agarre de judokas femeninas

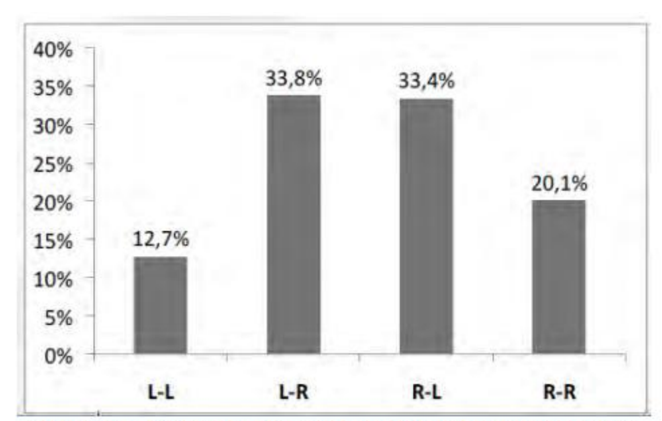
junto con la misma cantidad de técnicas de lanzamiento. Como resultado, los hombres dominan con respecto al mismo agarre lateral, mientras que las mujeres dominan con respecto al agarre lateral opuesto (ver la siguiente tabla)



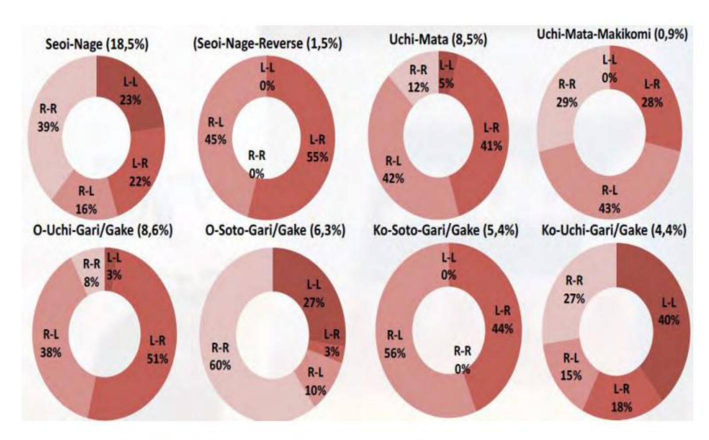
Tab.7.3.o, Efficiency of attacks versus grips configuration

La técnica de lanzamiento más eficiente para los hombres, considerando el agarre lateral, fue el Ippon seoi nage, mientras que para las mujeres fue el Harai goshi. La técnica que tiene el mayor índice de eficiencia tanto en hombres como en mujeres en cuanto al agarre lateral opuesto fue la de Uchi mata.

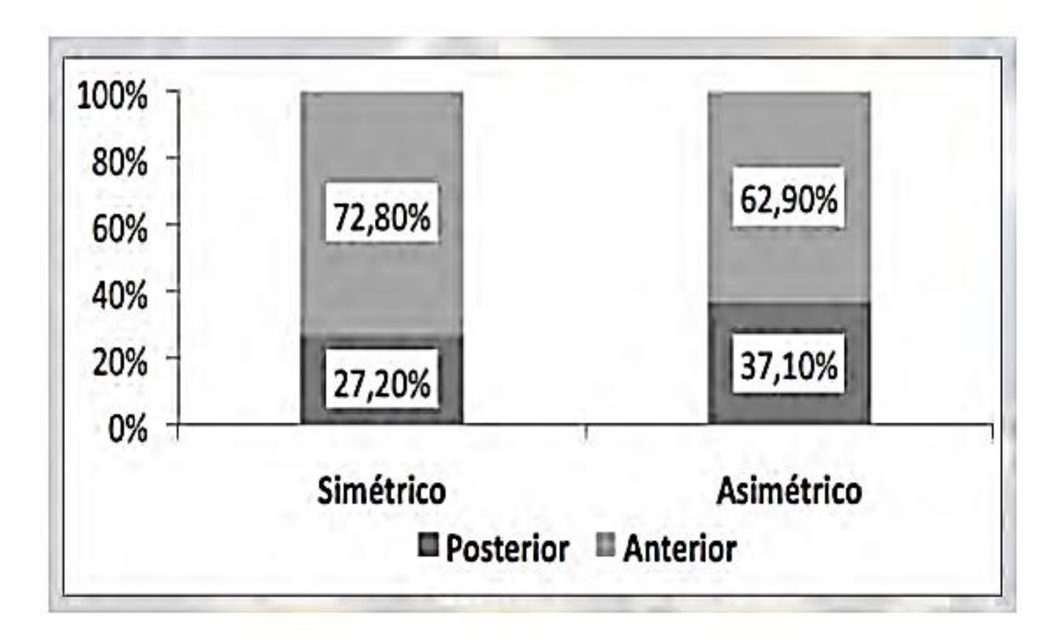
Dopico-Calvo y colaboradores de Galicia (España) EJU Poster Exhibition 2016 estudió muy a fondo el campeonato del mundo 2013 con la relación entre: a) el éxito deportivo en judo (es decir, anotar acciones de pie), b) la estructura lateral de confrontación o posiciones relativas entre judokas (i.e., puntuación en posición simétrica o asimétrica), c) la preferencia lateral, o lateralidad, tanto para la ejecución de cada acción realizada, o dominancia funcional (es decir, como para la posición dominante derecha o izquierda), como para la posición de pie del oponente (es decir, posición derecha o izquierda). Los resultados se muestran en las cuatro tablas siguientes.



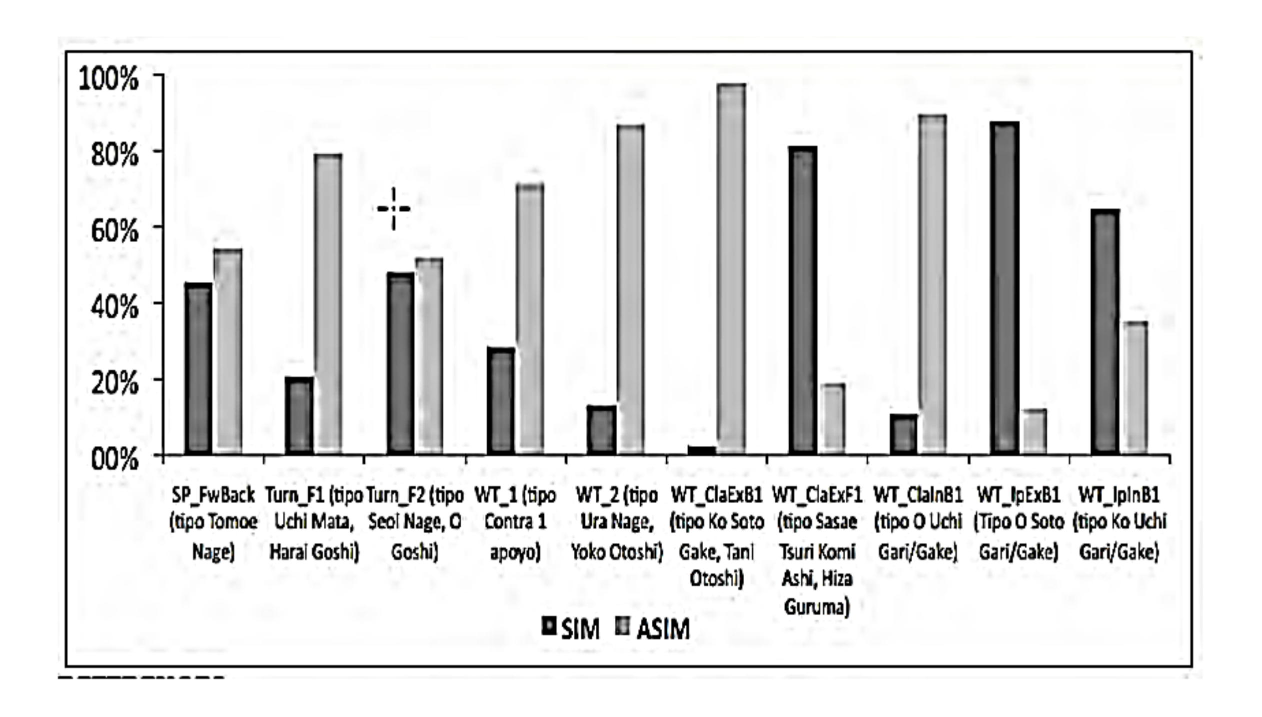
Tab 7.3.p. Scored actions in function of grips structure



Tab.7.3.q, Most successful techniques in function of grip structure



Tab.7.3.r Direction of Projection versus grips structure



Tab.7.3.s. Distribution of throwing groups (par4.3.1.1) versus grips structures

6) Acciones técnico-tácticas en competiciones

Otro tema candente en la literatura de los investigadores es la traducción de todo el concurso en términos de parámetros científicos normales. Muchos investigadores destacados como Calmet de Francia, Heinish de Alemania, Sterkowicz de Polonia, Sertic y Segedi de Croacia, Del Vecchio, Francini y Miarka de Brasil, Monteiro de Portugal, Carratala, Dopico y García García de España, etc., han analizado esta área. El resultado principal es tentativo de conectar tantos parámetros como sea posible para describir el conjunto del concurso, como:

Cuantificación del tiempo de las competiciones, lanzamiento, calidad, frecuencia, kumi kata, dirección de ataque, efectividad, transición de Tachi waza ne waza, evolución de Ne waza, contraataque, evolución cambiante y otras.

En las siguientes figuras se presentan algunos de los resultados de algunas de los investigadores anteriores en esta área de estudio

Autores	Competiciones	Actividad (s)	Pausa (s)
Castarlenas & Planas (1997)	1991 Mundial Sénior 1992 JJ.OO. Barcelona	18,0 ± 8,5	12,4 ± 4,1
Monteiro (1995)	1994 Europeo Júnior		
	1er. min de combate	25,8 ± 7,8	9,5 ± 3,2
	2º. min de combate	27,0 ± 9,0	10,4 ± 4,5
	3er. min de combate	27,0 ± 9,7	13,4 ± 7,6
	4º. min de combate	22,4 ± 9,3	13,2 ± 7,3
	5º. min de combate	18,9 ± 10,4	13,9 ± 9,0
Sikorski, Mickiewicz, Majle & Laksa (1987)	1986 Copa Matsumae 1985 Europeo Sénior	30,0	13,0
Sterkowicz & Maslej (1998)	1996 Polonia Sénior	25,1	10,3
Van Malderen, Zinzen, Watthy & Luyten (2006)	2004 Bélgica Sénior		
	Femenino	19,9 ± 7,3	7,5 ± 6,2
	Masculino	18,8 ± 9,0	9,13 ± 5,1
García & Torres (2007)	2006 España sub´23		
	Femenino	14,0 ± 2,0	12,0 ± 4,0
	Masculino	23,0 ± 6,0	7,0 ± 2,0

Tab. 7.3.t Summary of a study on time use in competitions (from Miarca and coworkers)

Table 1. Statistical analyses of time-motion variables in total time (s).

Total Time	International Championship		Olympic Games		Effects of the interaction between Level and Results			
Combat Phase	Winning	Losing	Winning	Losing				
	mean(SD)	mean(SD)	mean(SD)	mean(SD)	F	df	p	η^2
Aproach	129.7 (13.3)	127.9 (13.3)	161.1(13.3)	176.5(13.3)	1.411	3	0.242	0.027
Gripping	79.4(7.3)	80.3(7.3)	99.8(7.3)	98.8(7.3)	3.280	3	0.076	0.076
Attack to Front	6.0(1.1)	2.3(1.1)	3.4(1.0)	3.6(1.1)	2.529	3	0.058	0.036
Attack to Right	9.9(1.5)	5.9(1.1)	6.5(1.1)	3.5(1.1)	1.477	3	0.222	0.021
Attack to Rear	9.3(1.5)	6.4(1.5)	9.3(1.5)	8.5(1.5)	0.439	3	0.726	0.006
Attack to Left	4.8(1.2)	3.7(1.2)	6.0(1.2)	5.9(1.2)	1.618	3	0.186	0.023
Defense	18.6(2.5)	16.3(2.5)	14.0(2.5)	17.1(2.5)	0.930	3	0.427	0.013
Groundwork	18.3(2.9)	23.4(2.9)	26.1(2.5)	33.9(2.9)***	6.623	3	p<0.001	0.089
Combat	266.3(22.8)	266.3(22.8)	326.5(22.8)	327.2(22.8)	2.381	3	0.071	0.034
Pause	50(6.0)	50(6.0)	57.2(6.0)	58.7(6.0)	1.283	3	0.281	0.019

***Significantly different from winning in International Championship (p<0.001)

Tab.7.3.u. Use of time in competitions (from Miarca and coworkers)

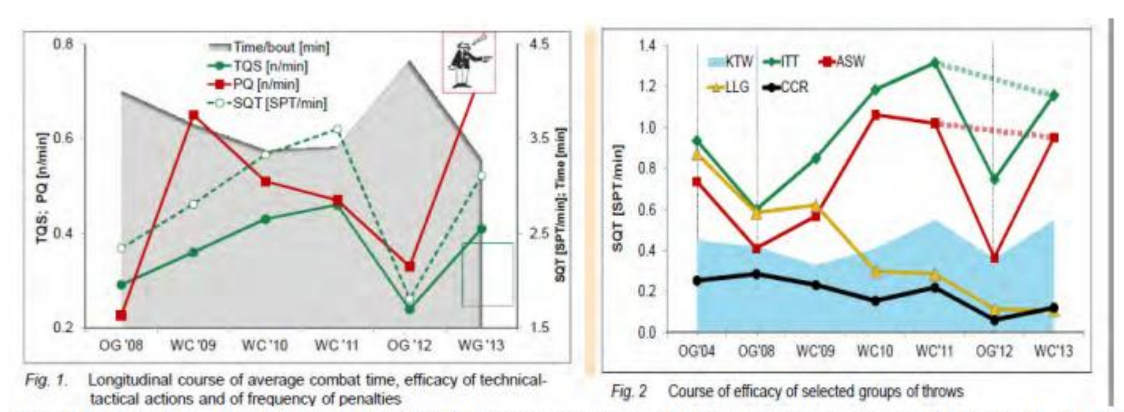


Fig. 1. Longitudinal course of average combat time, efficacy of technical-tactical actions and of frequency of penalties

Fig. 2 Course of efficacy of selected groups of throws

Graph.7.3.d.e . Technical Tactical Parameters evolution in time (from Heinisch &Busch)



Fig. 7.3.a Example of a group of throws (from Heinisch &Busch)

Table 3. Descriptive analyses of time-motion variables in frequency, by mean(SD) (s).

Total Time / Combat Phase	International Championship Winning median (25%;75%)	International Championship Losing median (25%;75%)	Olympic Games Winning median (25%;75%)	Olympic Games Losing median (25%;75%)	Effects of the interaction between Level and Results χ^2	p
Approach	18.0(13.0; 27.8)	19.0(11.0; 27.8)	25.5(11.0; 30.0)	24.0 (14.0; 30.8)	3.431	0.330
Gripping	16.5(10.0; 27.8)	18.0(10.3; 26.0)	24.5(14.0; 31.0)	20.0 (13.0; 28.8)	6.584	0.086
Attack to Front	1.0(0.0; 2.0)	0.0(0.0; 1.0)	0.5(0.0; 2.0)	0.0 (0.0; 1.8)	7.643	0.054
Attack to Right	1.0(0.0; 2.0)	1.0(0.0; 2.8)	2.0(0.0; 3.0)	0.5 (0.0; 2.0)	4.929	0.177
Attack to Rear	2.0(0.0; 4.0)	2.0(1.0; 3.0)	2.0(0.3; 3.0)	2.0 (0.0; 4.0)	0.405	0.939
Attack to Left	0.0(0.0; 2.0)	0.0(0.0; 2.0)	1.0(0.0; 2.8)	1.0 (0.0; 2.8)	6.945	0.074
Defense	5.0(2.0; 9.0)	5.0(2.0; 9.0)	6.0(1.3; 10.0)	7.0 (3.0; 11.0)	3.627	0.305
Groundwork	3.0(1.0; 6.0)	4.0(1.0; 8.0)	6.0(2.0; 10.0)	7.0 (3.3; 11.0)***	17.722	<0.001
Combat	9.5(6.3; 14.0)	9.5(6.0; 14.0)	12.0(7.0; 15.0)	12.0 (7.3; 16.0)	3.924	0.270
Pause	8.5(5.3; 13.0)	8.5(5.0; 13.0)	11.0(6.0; 14.0)	11.0 (6.3; 15.0)	3.924	0.270

*** Significantly different from winning in International Championship (p<0.001).

Table 3. Descriptive analysis of combat phase variables used for the clusters, separated by Winning and Losing athlete groups.

Group/Variable	Approach	Gripping	Attack	Groundwork	Pause
Frequency of actions [median (first, third quartile)]					
Winning Athletes	15(9, 23)	19(8, 31)	6(4, 10)	5(2, 6)	10(5, 15)
Losing Athletes	13(9, 24)	18(11, 29)	5(2, 8)	4(2, 7)	10(6, 14)
Total Time (s) (mean±SD)					
Winning Athletes	95.8±79.9	144.5±109.4	10.9±14.8	56.3±56.2	115.5±92.8
Losing Athletes	94.8±71.5	135.1±94.6	11.2±19.5	53.9±46.4	120.2±97.1
Time per each action (s) during combats ending in victory (mean±SD)					
Winning Athletes	6.2±4.0	6.8±3.4	1.4±1.5	14.7±17.3	11.9±06.8
Losing Athletes	6.3±3.0	6.7±3.1	2.0±4.0	13.1±12.0	32.8±11.2

Table 4. Descriptive analysis of technical-tactical indicators presented a:
of total T-T frequency by the combat phases.

Variables	Left Antero-posterior Approach*	Right Antero-posterior Approach	No Form Approach	Attempted Gripping Approach
Winning Athletes	4.1%	11.3%	11.5%	12.5%
Losing Athletes	5.6%	9.8%	11.7%	14.2%
Variables	**Left Sleeve and Right Sleeve Gripping**	**Left Collar and Right Collar Gripping**	**Left Sleeve Gripping**	**Right Sleev Gripping***
Winning Athletes	3.5%	1.5%	1.2%	2.3%
Losing Athletes	4.5%	1.1%	1.6%	2.1%
Variables	**Right Collar and Right Sleeve Gripping**	**Left Collar and Left Sleeve Gripping**	**Right Back and Left Sleeve Gripping**	**Left Back ar Right Sleev Gripping***
Winning Athletes	0.7%	0.2%	0.8%	1.5%
Losing Athletes	0.4%	0%	0.1%	1.2%
Variables	**Right Collar and Left Sleeve Gripping**	***Ashi-waza* Attack**	***Koshi-waza* Attack**	***Te-waza* Attack**
Winning Athletes	3.1%	6.5%	0.3%	3.5%
Losing Athletes	2.8%	5.9%	0.4%	2.7%

* significantly different between groups ($p<0.05$)

Desplazamiento	Francia	Japón	URSS	Otros	Media
Delante	37%	34%	39%	42%	38%
Atrás	29%	32%	26%	23%	27,5%
Derecha	14%	10%	17%	14%	13,8%
Izquierda	12%	15%	7%	12%	11,5%
Estático	8%	9%	11%	9%	9,3%

Tab. 7.3 .v.z. w.x. Examples of technical, tactical analysis from (Miarka and coworkers)

Table 2. Frequency of the highest scores achieved during the matches in men weight categories

CATEGORY	END WITH IPPON	END WITH WAZA ARI	END WITH YUKO	END WITH PENALTY
- 60 KG	10	2	1	2
- 66 KG	11	6	4	1
- 73 KG	7	1	4	5
- 81 KG	19	3	1	1
- 90 KG	10	4	2	1
- 100 KG	10	0	1	3
OVER 100 KG	12	0	0	3
OVERALL	79*	16	13	16

*significant difference between the frequency of Ippon and Waza ari, Yuko, Penalty

Table 4. Difference in frequency of scores achieved in ground (ne waza) and in standing (tachi waza) position

CATEGORY	SCORE IN NE WAZA	SCORE IN TACHI WAZA	CATEGORY	SCORE IN NE WAZA	SCORE IN TACHI WAZA
- 60 KG	3	10	- 48 KG	1	1
- 66 KG	3	13	- 52 KG	3	2
- 73 KG	1	11	- 57 KG	5	13
- 81 KG	5	19	- 63 KG	1	10
- 90 KG	5	11	- 70 KG	2	7
- 100 KG	6	5	- 78 KG	0	6
OVER 100 KG	4	7	OVER 78 KG	1	5
OVERALL	27	81*	OVERALL	13	45*

*significant difference between the frequency of ending match in ne waza and tachi waza position

Table 4. Difference in frequency of scores achieved in ground (ne waza) and in standing (tachi waza) position

CATEGORY	SCORE IN NE WAZA	SCORE IN TACHI WAZA	CATEGORY	SCORE IN NE WAZA	SCORE IN TACHI WAZA
- 60 KG	3	10	- 48 KG	1	1
- 66 KG	3	13	- 52 KG	3	2
- 73 KG	1	11	- 57 KG	5	13
- 81 KG	5	19	- 63 KG	1	10
- 90 KG	5	11	- 70 KG	2	7
- 100 KG	6	5	- 78 KG	0	6
OVER 100 KG	4	7	OVER 78 KG	1	5
OVERALL	27	81*	OVERALL	13	45*

*significant difference between the frequency of ending match in ne waza and tachi waza position

Tab.7.3 aa.bb.cc Other analysis of Competition (from Sertic, Segedi and coworkers)

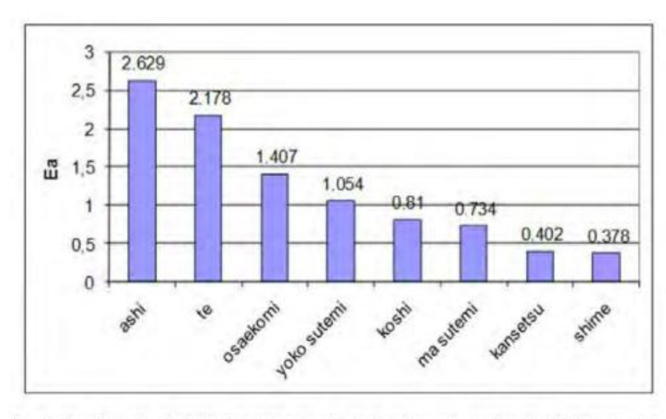


Fig. 4. The efficiency of attack (Ea) of groups of judo techniques during the World Championships in 2014-2015

Tab.7.3.dd Efficiency of attack (from Adam and Coworkers)

h) Throwing techniques effectiveness in competition

Throws Effectiveness In London Olympic 2012				
Throws	**Effectiveness Male %**		**Effectiveness Female %**	
Seoi (Ippon – Morote - Eri)	14.8	(329)	8.2	(222)
Uchi Mata	9.2	(138)	15	(143)
O Uchi Gari	15	(53)	24	(49)
Ko Uchi Gari	12	(57)	37	(35)
Tai Otoshi	25	(36)	23.8	(21)
Soto Makikomi	10	(10)	23.6	(17)
Tani Otoshi	46	(13)	50	(16)
Uchi Mata sukashi	90	(10)	100	(10)
Couple	**28.7**		**39**	
Lever	**24**		**26.4**	

Throws effectiveness in Rijeka 2015		
Throws	**Effectiveness Male %**	**Effectiveness of Female %**
Seoi (Ippon-Morote-Eri)	20.4	29
Uchi Mata	22.4	10
O uchi Gari	32	10
Ko Uchi Gari	36.4	50
Tai Otoshi	24.2	50
Soto Makikomi	27	21
Harai Goshi	37	25
Uchi Mata Sukashi	100	
Couple	**32,9**	**22,6**
Lever	**19**	**25,8**

Sertic and col., 2016 (modified)

i) Conclusión sobre los estudios científicos sobre la competición

Ejemplos similares deben aplicarse a todos los deportes de lucha. Naturalmente, el análisis de datos históricos sobre la competición, los tiempos, las técnicas y el tipo de competiciones evaluadas estadísticamente podría ser una fuente de información crítica, desde la evolución tendencial de la competición de judo, hasta el conocimiento preciso sobre la preparación, las habilidades técnicas y los inconvenientes de un atleta específico. Si solo pensamos en la estadística como una especie de fotografía del pasado, nos darán la situación pasada y nada más. Pero si el resultado medible de un sistema se considera como datos que incluyen patrones y algún error, una consideración importante en la predicción es identificar y ajustar el modelo más apropiado.

La tarea crítica en la predicción es separar el patrón del componente de error (aleatorio) para que el primero se pueda utilizar para la predicción. El procedimiento general para estimar el patrón de una relación es mediante el ajuste de alguna forma funcional de tal manera que se minimice el componente de error. Un tipo de esta estimación son los errores cuadráticos medios. Una consideración importante en la selección del método de pronóstico para el judo es el tipo de patrones en los datos. Estos patrones pueden representar características que se repiten con el tiempo, o pueden servir a un punto de inflexión que no es periódico en la naturaleza. En general, una serie de datos puede describirse como compuesta por dos elementos: el patrón y la aleatoriedad. El objetivo de la predicción es distinguir entre esos dos elementos utilizando el método de predicción que pueda hacerlo de la manera más adecuada. También es posible que se piense que ese patrón consta de subpatrones, o componentes, cada uno de los cuales se puede considerar por separado. Los componentes más utilizados en la descripción de los elementos del patrón se definen generalmente en la literatura

científica como tendencia, estacionalidad y ciclo. El conocimiento del tipo de subpatrones incluidos en los datos puede ser fundamental para seleccionar el método de predicción más adecuado. Como se ha visto anteriormente, los datos se pueden fraccionar por equipo, pesos, sexo y fragmentaciones más sutiles. Al hacerlo, el uso de la previsión de datos fluye hacia la exploración y el espionaje de los adversarios. (CFR Capítulo 9).

7.4 La competición a la luz de la Biomecánica Clásica y Avanzada.

I) Parámetros biomecánicos básicos capaces de obtener el rendimiento más eficaz

El análisis del "Sistema de Pareja de Atletas" durante la lucha de Judo destaca que, a la luz de la Biomecánica, los parámetros necesarios para desempeñarse de manera efectiva son solo tres: a1) – Velocidad de cambio, a2) – Velocidad de ataque contra capacidad de reacción y a3) – Gestión del posicionamiento relativo de los cuerpos. A continuación se amplían estos parámetros.

a1) – Velocidad de cambio.

La velocidad de cambio de la "Pareja de Atletas" en el Tatami es la velocidad del sistema, visto como un todo. Esto es esencial porque, en cada clase de velocidad (baja, media y alta), solo será posible aplicar algunas técnicas específicas de pie (cfr 8.3; 9.3), debiendo ser posible gestionar una estrategia de competición específica. Si pensamos que cada competidor tiene su propio ritmo preferido de velocidad de cambio, dependiendo de su propio Tokui Waza, por lo tanto, para obligarlo a otra velocidad de cambio que no le gusta, le causará grandes problemas técnico-psicológicos.

a2) – Velocidad de Ataque contra Capacidad de Reacción.

La velocidad de ataque es muy útil, pero para ser tácticamente efectiva, debe ser lo más alta posible. Esta velocidad es una capacidad físico-técnica, y se puede entrenar. Es esencial recordar que, al aumentar la velocidad de ataque, no debe ir en detrimento de la precisión del gesto técnico, debiendo ser muy flexible para adaptarse a las infinitas y posibles situaciones de lucha. Luego es aconsejable antes aumentar la velocidad y después mejorar la precisión, con el crecimiento de su propia madurez técnica. En el judo, la velocidad de ataque es indudable, en la mayoría de los casos, independiente de la velocidad de cambio. Pero a la alta velocidad de cambio de "Pareja", el ataque rápido está conectado con una alta habilidad "coordinativa". El aumento de la velocidad de ataque sobre su propio máximo personal es muy complejo o imposible, pero existe una herramienta biomecánica muy eficaz para prevenir la reacción del competidor, la cual es la disminución de los "pasos de ataque" y la "ruta lógica" del ataque: por ejemplo (Ataque de tres pasos → Ataque de dos pasos) de tal manera que es posible evitar la activación de la capacidad de reacción del competidor. En las siguientes figuras se puede ver un claro ejemplo.

a3)– Gestión de la Posición Relativa del cuerpo.

La capacidad de manejar correctamente la posición relativa del cuerpo es esencial para la ejecución de una habilidad motora específica, como lanzar en posición relativa no convencional producida por la reacción del competidor (Hando No Kuzushi). En las siguientes figuras, es posible ver un claro ejemplo de esta correcta gestión de la posición relativa realizada por Huizinga frente a Morgan.

Mediante el análisis de la gestión de la posición relativa desde el punto de vista biomecánico del Sistema de Pareja de Atletas, es posible detectar dos fases en función del rango relativo de los atletas.

1) Fase de inicio

La fase inicial en el judo de lucha de judo está relacionada con la necesidad de tomar el agarre de dominio (ver cap) y con la posibilidad por parte de ambos atletas de aplicar técnicas de truco rápido (Pick Ups). Es la fase en la que dos competidores están a mucho más de una distancia de daño, sin puntos de contacto. En esta fase, hay muchas posibilidades

de posición relativa, cambios, agarres, ataques o trucos para ambos competidores; y su manejo es complicado. En tal situación, la mecánica de interacción muestra que entre las tres posibles guardias: bajo, medio y alto, que están conectados a la capacidad de ataque (alta mejor para el ataque, baja mejor para la defensa), hay una superficie de ataque, contraataque y defensa bien determinada, en la que existe la necesidad de conocer las posibles acciones técnicas a realizar o recibir. El conocimiento en esta fase hace que los deportistas de élite sean diferentes a los demás.



Fig.7.4.a.b.c.d.e.f.g, Very skilled management of dynamic relative position in competition (Finch)

2) – Fase estabilizada

Es la situación que nace después de la estabilización de los agarres, y es la situación normal de lucha del judo que depende de las posiciones relativas del cuerpo, en las que se pueden clasificar seis subgrupos (la posición de guardia) que pertenecen a dos clases de velocidades de cambio (cfr cap. 9.3). Hay que destacar que la primera posición de tres guardias conectada a la aproximación de baja velocidad se caracteriza por una posición inclinada hacia adelante de uke que desequilibrada aumenta su estabilidad, ralentizando la velocidad de cambio. En las tres segundas posiciones, la velocidad de movimiento es mayor, y la estrategia de desaceleración se basa en el uso correcto de la aplicación del peso del cuerpo mediante agarres.

II) Biomecánica de la competición: algunas observaciones clásicas.

En este párrafo, se iniciará el primer ensayo de análisis biomecánico global de la competición. La metodología científica nos ayudará a encontrar la forma correcta de hacerlo. En primer lugar, tenemos que definir la condición física del Sistema de la Pareja de Atletas; en segundo lugar, las fuerzas externas que actúan sobre el movimiento de cada componente (desplazamiento y locomoción); en tercer lugar, las herramientas que transfieren las fuerzas internas entre sí (agarres); en cuarto lugar, toda la situación de equilibrio; en quinto lugar, el movimiento global y en sexto lugar, la interacción (lanzamiento).

III) Función de las fuerzas externas que actúan sobre el sistema par de atletas

El "Sistema de la Pareja de Atletas" se ve afectado por sólo dos fuerzas externas: la Gravedad y la Fricción, pero la Gravedad es en primera aproximación anulada por la presencia de la colchoneta; por lo tanto, es posible afirmar que el movimiento del Sistema de la Pareja de Atletas se ve afectado por una sola fuerza externa actuante, la fricción que transfiere la fuerza de reacción del suelo a los cuerpos de los competidores.

a) Fuerza de gravedad: Esta fuerza está presente:

1. En la combate de pie: al comienzo de la pelea, cuando los atletas están lejos y están en equilibrio inestable, para contrastar la fase inicial de cada lanzamiento; para ayudar a la fase de descenso y al desequilibrio del cuerpo de cada competidor, pero no está presente en el patrón de movimiento de todo el sistema, cuando, con agarres estabilizados, los atletas están en equilibrio estable.

2. En el Ne Waza, la lucha (sostenimiento y derrocamiento) es la fuerza esencial contra los competidores en desventaja que deben luchar.

b) Fricción

La fricción está presente entre las pies y la colchoneta y entre los agarres de los atletas. La fricción es esencial para la existencia de la competición, de hecho:

1. Sin fricción, los atletas no pueden moverse en la colchoneta.

2. Sin fricción, es imposible lanzar al competidor

3. Sin fricción, es imposible transferir el impulso al competidor

Entonces hay que hablar de esta fuerza que permite la lucha. La fricción es una fuerza de energía residual, llamada también fuerza de contacto, porque nace cuando hay contacto entre dos cuerpos. No existe una teoría completa de la fricción, pero para nuestras necesidades, la teoría de Leonardo puesta en la fórmula de Newton es suficiente. Esta teoría está basada en el siguiente hecho experimental: "*La fricción producida por un peso se opone al movimiento; sin embargo, la superficie de contacto podría tener diferente longitud y anchura". "Si el peso se duplica, también se duplica la ficción*". En fórmula: $F = - \mu N$ o también $F= -\mu v$ (donde μ es el coeficiente de rozamiento y N es la fuerza normal). Esta es la explicación científica de la aplicación de la estrategia de agarre por parte de la mayoría de los japoneses. Es necesario recordar que la fricción está relacionada con el peso del atleta, pero diferente del concepto de presión porque, como se ve, es independiente de la superficie de contacto.

Fuerza actuante en el cambio y la locomoción

La ficción se llama dinámica cuando el pie se desliza sobre la colchoneta (Tsugi Ashi) y estática cuando el atleta pone el talón en la colchoneta (Ayumi Ashi) El coeficiente de fricción (μ) disminuye cuando aumenta la velocidad, con un máximo al principio de desprendimiento. En consecuencia, en Tsugi Ashi, al aumentar la velocidad de cambio de la pareja, la fricción disminuye. En Ayumi Ashi, debido a que el talón siempre está quieto en la colchoneta, a cada paso, la fricción es más significativa. Sobre Ayumi Ashi, es bien sabido en biomecánica que el componente horizontal de la fuerza de fricción es de alrededor del 15% del peso total del atleta cuando el cuerpo se inclina hacia el talón y el 20% cuando el cuerpo se apoya en la punta del pie. (ver fig 7.4.h.)

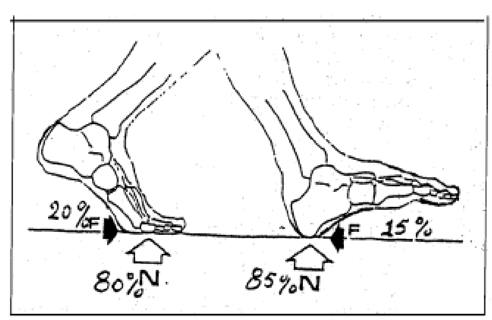


Fig7.4.h, % of weight division between the heel and tiptoe

Esta información deja en claro la conocida aplicación De Ashi Barai en Judo. De hecho, es más fácil (menos costoso en energía) barrer el pie cuando el talón todavía está tocando la colchoneta que cuando la punta del pie está a punto de separar la colchoneta. Resultados interesantes que confirman los argumentos anteriores fueron obtenidos por los investigadores japoneses Sannohe y sus colaboradores en el artículo “Los efectos de Tsugi ashi y Ayumi ashi en las técnicas de lanzamiento de judo: sobre Ogoshi, Uchimata y Osotogari” 2016. Estos investigadores analizaron en profundidad los efectos de Tsugi ashi y Ayumi ashi en las técnicas de lanzamiento de judo de tipo rotativo. Para la investigación se aplicaron tres técnicas de lanzamiento: Ogoshi, Uchimata y Osotogari. Los resultados confirman que en la fase Tsukuri, el tiempo de movimiento de Tsugi ashi fue significativamente más corto que el tiempo de movimiento de Ayumi ashi en dos pasos. El tiempo de movimiento de la fase Kake fue significativamente más corto cuando Tsugi ashi se usó en la fase Tsukuri que cuando Ayumi ashi se usó en la fase Tsukuri. Todos los hallazgos indican que Tsugi ashi es eficaz en la realización de movimientos rápidos en la fase Tsukuri y en la aplicación del movimiento Tsukuri al movimiento Kake. Y como información final que la adquisición de la habilidad Tsugi ashi así como la habilidad Ayumi ashi es esencial para mejorar las habilidades de lanzamiento de judo.

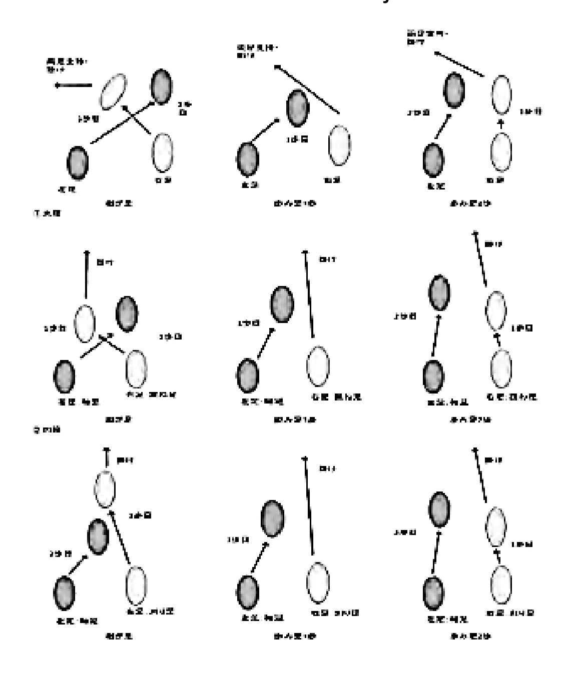


Fig.7.4.1.i Original illustration on feet movements in Sannhoe (2016)

IV) Un par de fuerzas internas del sistema del atleta, análisis de movimiento

El estudio del movimiento de los Sistemas de la Pareja de Atletas sobre la colchoneta durante la competición pudo ser resuelto mediante la aplicación de la mecánica estadística[15]. El análisis del sistema de pareja señala que este sistema está en equilibrio estable si aún así, está aislado cuando la única fuerza aplicada es (por fricción) la fuerza de reacción del suelo, pero esta fuerza para el tercer principio de la mecánica newtoniana (acción-reacción) será producida por las fuerzas de

[15] La mecánica estadística tiene como objetivo interpretar y predecir las propiedades macroscópicas de los sistemas en función de las partículas que lo constituyen a partir de la aplicación de las leyes de probabilidad. Una partícula se define como la máxima subdivisión de un sistema en componentes individuales.

empuje/tracción generadas por los agarres. Luego, si analizamos el sistema interior, la fuerza fluye de los agarres a la colchoneta y se vuelve efectivo el ataque, emanando de la colchoneta a los puntos de aplicación (agarres) al cuerpo adversario. El sistema de pareja logra un cambio "aleatorio" cambiando la dirección de la velocidad de la pareja en las fuerzas de empuje/tracción producidas por los atletas para generar "situaciones" específicas con el fin de aplicar técnicas ganadoras. En este caso, "aleatorio" significa que, estadísticamente, no hay una dirección de cambio preferida. El movimiento se puede realizar por fricción entre las pies y la estera sobre la base del principio III° de la Dinámica, la ecuación general que describe la situación es la II° Ley de Newton $F = ma$.

En la fuerza generalizada, F aparecerá tanto en la fricción como en la contribución de empuje/tracción. El componente de fricción es proporcional a la velocidad $F_a = -\mu v$. Los cambios en la velocidad y la dirección producidos por los empujes/tirones son creados por la resultante de la fuerza desarrollada por los propios dos atletas. Son, con respecto a todo el tiempo de la contienda, impulsos actuantes en intervalos de tiempo muy cortos. Entonces la fuerza generalizada es $F = Fa + F'$, y la ecuación general del movimiento tiene la estructura bien conocida de la Ecuación de Langevin [16]: Porque el promedio del tiempo de $F' = 0$; el "Sistema de Pareja de Atletas" se mueve alejándose

Movimiento browniano. (Ver Apéndice I)

En la competición de Judo, los atletas en el sistema de acoplamiento deben controlar su postura dinámica de manera eficiente porque las técnicas de interacción (lanzamientos) se realizan principalmente en desplazamientos constantes con el objetivo de perturbar el equilibrio del oponente para hacerlo caer. Luego, durante los combates, cada judoka aprende a utilizar las situaciones dinámicas inestables para convertirlas en su ventaja, utilizando la estimulación de los mecanorreceptores musculares, articulares y cutáneos para adaptarse a las constantes modificaciones de la postura, la base de apoyo y el contacto con la pareja.

v) Conexión de interacción (lanzamientos) en la velocidad de cambio

Sobre la base de la Clasificación Biomecánica del Lanzamiento, es posible afirmar que: A) – También se deben aplicar técnicas de un par de fuerzas sin desequilibrio y B) – Se deben aplicar técnicas de palanca física necesarias para el desequilibrio.

La primera afirmación implica que son menos dependientes de la fricción. En otras palabras, el grupo de técnicas de acoplamiento depende menos de la velocidad de cambio del par, y se pueden aplicar a cualquier velocidad de cambio que deba tener el sistema. La segunda afirmación implica una dependencia de fricción muy estricta. En otras palabras, este grupo de técnicas deben aplicarse, estáticas o a baja velocidad de cambio. No sólo, sino que un análisis más profundo también nos muestra que para utilizar este tipo de técnicas, sea cual sea la velocidad de cambio que tenga la pareja, los atletas necesitan detenerse un instante cuando el adversario lo desequilibra y lo lanza. Otra herramienta útil para ambos sistemas debería ser separar al adversario de los pies de la lona y luego depender de las posiciones relativas a aplicar o, una especie de Mae mawari Ukemi lanzando al adversario, o una especie de Yoko Ukemi para lanzar al adversario, como es posible ver claramente en la siguiente secuencia de Uchi Mata de Inoue.

[16] En física, la ecuación de Langevin (llamada así por Paul Langevin) es una ecuación diferencial estocástica que describe la evolución temporal de un subconjunto de los grados de libertad. Estos grados de libertad son típicamente variables colectivas (macroscópicas) que cambian solo lentamente en comparación con las otras variables (microscópicas) del sistema. Las variables rápidas (microscópicas) son responsables de la naturaleza estocástica de la ecuación de Langevin.



Fig7.3.1.l, Mae Mawari Ukemi as a useful tool to help throws (Finch)

En este tipo de acciones técnicas, el desequilibrio obviamente no es necesario. En la diferencia de velocidad de ataque, dentro del sistema de pareja juega un papel importante la acción de choque, que muy a menudo se aplica en competición, produce un aumento de la fricción para el competidor en ejecución, con una capacidad de cambio menor. Por el contrario, el levantamiento reduce el peso del competidor, también reduce la fricción y facilita el lanzamiento. El análisis biomecánico de la competición también debe estudiar el enfoque rotacional del lanzamiento. Este enfoque es ventajoso y ahorra energía porque la estructura muscular del cuerpo humano es menos efectiva en la defensa por lanzamientos laterales o desequilibrios de rotación. Y los usos rotacionales del empuje del competidor no significan contrastar sino desviarse de su impulso con un mejor aprovechamiento de la energía, disminuyendo también el rango relativo entre los cuerpos de los atletas. El desarrollo rotacional del lanzamiento también necesita el uso del desequilibrio rotacional. De esta manera, tenemos la mejor utilización de la energía del adversario.

VI) Interacción de los atletas

La Interacción de los Atletas en el Sistema de Pareja de Atletas se analizará mediante metodología diferencial (compartiendo toda la acción del sistema, en cuatro sub-acciones en el tiempo)

A. Posicionamiento relativo (fases inicial y estabilizada)

B. Colisión y lanzamiento

C. Medios biomecánicos para aplicar técnicas de bipedestación

D. La evolución técnica del lanzamiento

A) – Posicionamiento relativo (fases inicial y estabilizada)

1) Fase de inicio

La fase inicial de la competición es una fase particular en la que un sistema de Pareja de Atletas debe estar "abierto". En tal situación, debería ser posible aplicar solo el lanzamiento del grupo de un par de fuerzas, esencialmente pertenecientes a los subgrupos (brazos y brazos-pierna)

2) Fase estabilizada

Después del agarre, el Sistema de Pareja de Atletas estará "cerca" cuando existe la situación normal de combate. En tal fase, está claro que el número de la posición relativa óptima Tori v/s Uke podría ser infinito. Allí están las posiciones finales del cuerpo Tori en relación con el cuerpo Uke capaz de lanzar al competidor (fase final Kuzushi-Tsukuri, antes de Kake).

Obviamente, no es posible analizar todas estas posiciones finales, pero un estudio más profundo basado en una metodología diferencial (compartiendo toda la acción del sistema, en subsistemas en el tiempo) muestra que se construyen mediante algunos movimientos durante las fases del kuzushi tsukuri que son similares cada vez para cada técnica de lanzamiento.

Estos pocos movimientos preparatorios, entre otros, se denominan Invariantes de Acción (cfr 8.3, 9.3++), y deben ser analizados cuidadosamente. Esencialmente, es posible agrupar tales trayectorias para acercarse más al adversario en tres clases geométricas: rotaciones (casi 180° hacia adelante y hacia atrás), semirevoluciones (entre 10° a 90° a la derecha o a la izquierda de Uke) y línea recta (casi 45° desde el frente hasta 22,5 a la derecha y hasta 22,5 de Uke).

B) – Colisión y lanzamientos

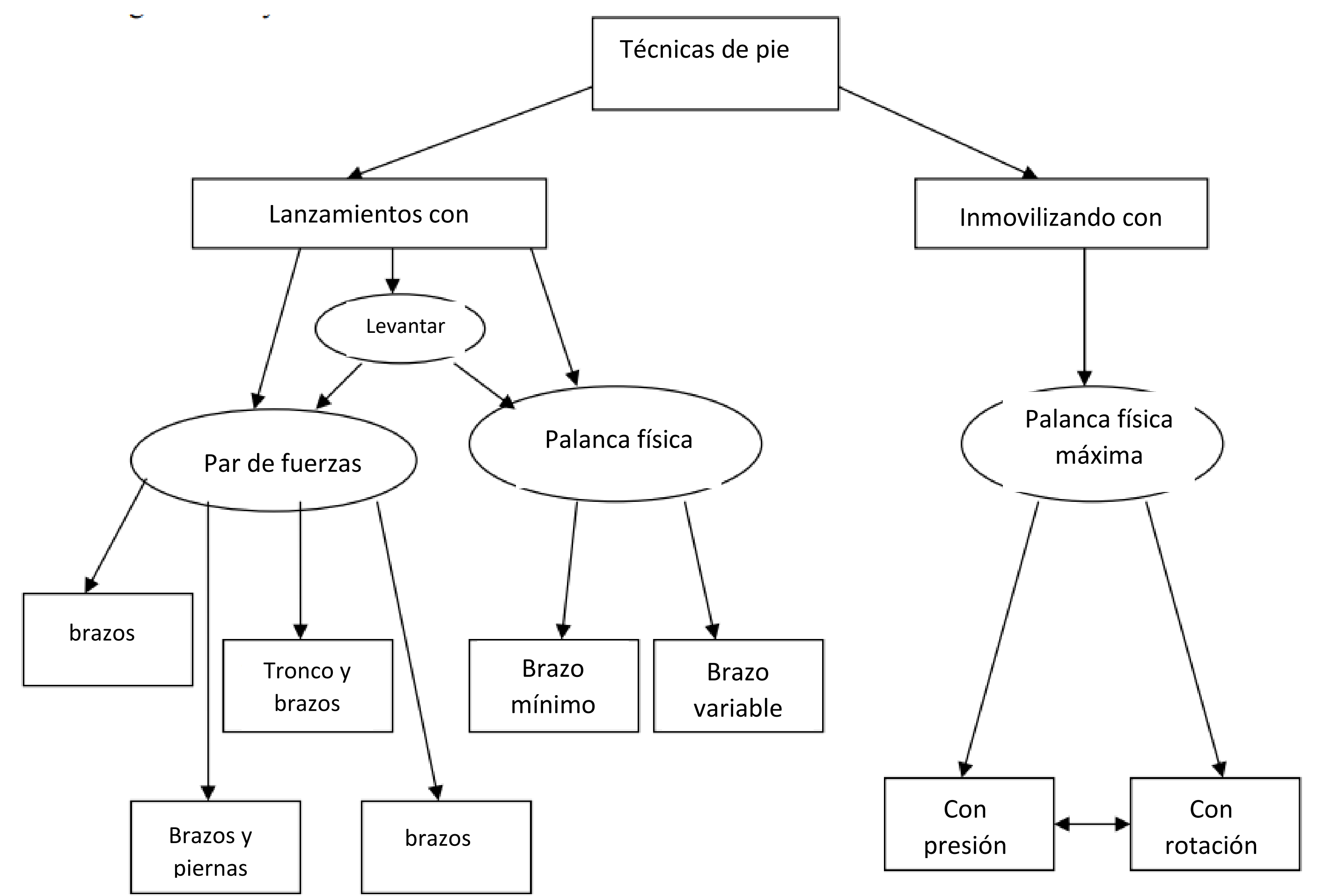
La fase kake comienza con una colisión inelástica con fricción entre los cuerpos de dos atletas, y luego es posible analizar el lanzamiento mediante el análisis de variación. El problema del lanzamiento se resolvió, en una situación estática, señalando los resultados del uso de fuerzas en el espacio. En un caso dinámico, analizando las trayectorias de lanzamiento, las trayectorias y las simetrías conectadas (cfr Capítulo 5). Este estudio fue capaz de identificar los dos mecanismos físicos fundamentales que llevan a cabo todos los lanzamientos: A) Técnicas en las que Tori hace uso de un par de fuerzas para lanzar a Uke y B) Técnicas en las que Tori hace uso de una palanca física para lanzar a Uke. El problema del lanzamiento se resolvió a velocidad de desplazamiento cero, pero sobre la base del principio galileano de la relatividad. Es posible extrapolar tales resultados también a las competiciones reales. En las siguientes figuras, es posible ver dos aplicaciones claras de los principios básicos de lanzamiento.



Fig7.3.1.k, Clear application of the two Biomechanical principles (Finch)

C).- Técnicas de bipedestación, como sistema biomecánico

Si analizamos los lanzamientos (Tachi Waza) en Judo de una manera sistémica, es posible encontrar algunas propiedades emocionantes de los movimientos que están en la base de este sistema. Ya hablamos de las Invariantes de Acción (ver Fase Estabilizada), pero es muy interesante que también estén las trayectorias de vuelo recorridas por el Uke lanzado. Tales trayectorias son la "geodésica" de las simetrías específicas encontradas (ver 5.2). Esto significa que son las líneas más cortas que conectan dos puntos entre todas las trayectorias posibles que conectan los mismos dos puntos. Estas trayectorias son también las más convenientes, energéticamente hablando para Tori. Entonces si consideramos el resultante aplicado y las propiedades mecánicas de las articulaciones utilizadas: 1. Los tres grados de libertad de la articulación coxo-femoral 2. Los tres grados de libertad de la parte lumbar de la columna vertebral 3. Los dos grados de libertad de la cadena cinética restringida formada por la cadera y las piernas, es posible identificar los medios utilizados para lanzar Uke, y es posible agrupar todo este conocimiento en una visión sintética/holística.



Graph 7.3.1 a, Physical tools to throws or landing adversaries in Judo



Fig.7.4 all, Miscellaneous Example of application of couple forces system and lever system ' Zahonyi, Finch)

D) – Evolución técnica esperada

El análisis de la interacción de los atletas, desde el punto de vista biomecánico, nos permite comprender las reglas físicas ocultas en las que se basan las competiciones. La predicción de la evolución de los lanzamientos en el tiempo debe basarse únicamente en cantidades físicas (es imposible prever, por ejemplo, el desarrollo en función de las reglas cambiantes de los árbitros) porque son controlables. Los parámetros principales en la predicción son dos, Energía y Potencia. Para una mejor comprensión, podemos considerar la Energía como el consumo total de energía y la Potencia como la potencia muscular aplicada.

a) Energía

Kano nos recuerda el principio de obtener en competición el máximo efecto con el mínimo gasto energético. Sobre la base de la minimización de la energía, es posible mostrar qué clases de técnicas biomecánicas se utilizarán cada vez más en las competiciones previstas. En general, se preferirán las técnicas de cupla a las técnicas de palanca. Entre las técnicas de palanca, se preferirá cada vez más el grupo del brazo máximo. Las técnicas de palanca cambiarán en una variación en la que se aplicarán nuevos movimientos, capaces de evolucionar el principio de palanca en un principio de par de fuerzas. Por ejemplo: para aplicar un barrido en Tai Otoshi, con el movimiento de extensión de la pierna de barrera, o para aplicar un movimiento de pie de Suwari Seoi (la cupla es empuje hacia arriba y la gravedad hacia abajo), o para evolucionar Ashi Guruma a una técnica de barrido de piernas (como una extraña variación de Harai Goshi) y así sucesivamente. Sobre esta base, la velocidad de cambio aumentará, con el consiguiente aumento de la dinámica de las competiciones. Las técnicas de acoplamiento ahorrarán más energía si Tori es capaz de mejorar aún más el "brazo de rotación". Esto significa, por ejemplo, aplicar el barrido de Uchi Mata en la pierna (hasta el maléolo, ver Inoue primera secuencia 5.2) y no en el muslo. Para este grupo de técnicas, independientes de la fricción, el tiempo es una segunda forma de disminuir la energía. Entonces, tanto el aumento del brazo de rotación como el tiempo aumentarán la velocidad de ataque y la velocidad de cambio, con el consiguiente aumento de la dinámica competitiva.

b) Potencia

El segundo parámetro es el aumento de la potencia muscular. A diferencia del anterior, el aumento de este parámetro disminuirá la velocidad de cambio en consecuencia, con más contacto corporal y cierre completo de un par de atletas (cabezas en contacto) mediante agarres fuertes, con también distancias de corto alcance. De esta manera, es posible aplicar técnicas de palanca como Tama Guruma [17] y todas las variaciones posibles de eso, como la que tiene la dirección de lanzamiento hacia atrás. También es posible aplicar técnicas de acoplamiento inverso como Khabarelli (Backward Kliket) o Mae Hiza Ura Nage, o (que se basan en una aplicación de potencia muy fuerte. Este tipo de técnica necesita separar los pies de los competidores de la colchoneta, trabajando contra la fuerza de la gravedad con un alto aumento en el gasto de energía. Con una pequeña velocidad de cambio, obviamente, es posible aplicar también técnicas de emparejamiento de fuerzas muy efectivas, pero la aplicación de la potencia muscular hace que los atletas no se interesen más por el cronometraje, con un aumento en el gasto de energía que también significa hacer un gran número de movimientos aplicando las mismas técnicas. Otra observación muy importante es la disminución de la velocidad de cambio y el aumento de la potencia muscular permite aplicar al final del ataque movimientos de lanzamiento similares a los movimientos de makikomi o ukemi. Significa que el uso de las caídas de su propio peso corporal ayuda a Tori a lanzar a Uke. El siguiente ejemplo muestra la diferencia entre Timing Ko Soto Gake muy rápido y con menos movimientos, Nakamura contra Lauren, y Strong Ko Soto Gake, muy potente con muchos movimientos parásitos Metrev contra Had pero también muy efectivo.

[17] "Rodar la pelota"



Fig.7.4. Timing Japanese Application (Finch) - Powerful Russian Application (Finch)

VII) Táctica funcional

Es importante tratar un tema que a menudo se pasa por alto en el análisis de la competición: la "táctica funcional". De hecho, se ha escrito poco sobre el tema, y a menudo se trata empíricamente o incluso se ignora también en el campo del coaching de alto nivel. Un buen análisis es posible encontrarlo en el interesantísimo libro del Prof. García García "Rendimiento en Judo", Onxsport Publishing, 2012. "Táctica funcional" se refiere a la necesidad por parte del deportista de alto nivel de tener que controlar la intensidad de trabajo con la que afronta cada etapa de la competición, intentando hacer coincidir los momentos de mayor actividad con las necesidades de la táctica de competición, a partir de un apoyo funcional previamente entrenado. Enséñale esto a un atleta. Es una tarea esencial del entrenador, que debe trabajar en estrecha colaboración con el preparador físico. Depende tanto de la condición física del propio deportista, desde la del oponente, como por el resultado marcado en la tabla de luz. La buena gestión de la táctica funcional es fundamental cuando, por ejemplo, el atleta se encuentra en desventaja técnica, pero hay mucho tiempo en la tabla de carrera. En este campo de la táctica funcional, es muy difícil impulsar la competición contra el predominio funcional del adversario, pero es fácil tratar de conducir la contienda con un ritmo sostenible para su propia fisiología. Alguna indicación interesante sobre el ritmo preferido por el adversario podría inferirse mediante la exploración de los lanzamientos preferidos. La táctica funcional es uno de los aspectos más importantes relacionados con la gestión del tiempo durante las competiciones de alto nivel.

7.5 La competición desde el punto de vista femenino

I) Somatotipo y características morfológicas

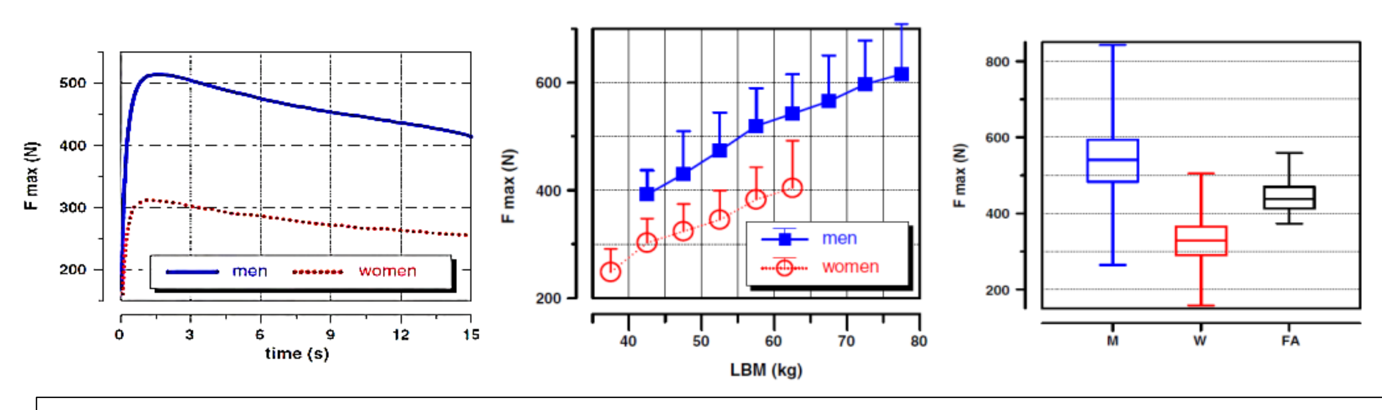
El término somatotipo se utiliza en el sistema de clasificación de los tipos físicos humanos desarrollado por los psicólogos estadounidenses. En el sistema de Sheldon, un ser humano puede ser clasificado en cuanto a la constitución corporal en términos de tres tipos de cuerpo extremos: endomórfico, o redondo, tipo de grasa; tipo mesomórfico o muscular; y ectomórfico, o delgado, de tipo lineal. Se determina un número de somatotipo de tres dígitos para un individuo clasificado por el sistema, con el primer dígito refiriéndose a la endomorfia, el segundo a la mesomorfia y el tercero a la ectomorfia; Cada dígito está en una escala del 1 al 7. Por lo tanto, el endomorfo extremo tiene el somatotipo 711, el mesomorfo extremo 171 y el ectomorfo extremo 117.

La forma del cuerpo humano es un fenómeno complejo con detalles y funciones sofisticadas. La forma o figura general de una persona se define principalmente por el moldeado de las estructuras esqueléticas, así como por la distribución de los músculos y la grasa. La evaluación de las diferencias morfológicas entre judocas femeninas de diferentes grados permitiría estimar la influencia de la actividad motora en el judo en el rendimiento de los atletas, lo que llevaría a un proceso de selección más refinado en este deporte.

Un reciente estudio ruso realizado por Elipkhanov y Nemtsev con el objetivo de comparar las características morfológicas de judokas femeninas de diferentes rangos se realizó en veintitrés atletas de grados superiores y treinta y dos judokas de rangos inferiores. En comparación con los judokas menos hábiles, los judokas altamente calificados (elegidos entre los Maestros del Deporte de Rusia y los Maestros del Deporte de Rusia Clase Internacional) tienen pliegues cutáneos de tríceps, antebrazo, pecho, pantorrilla medial y muslo delantero significativamente más delgados, así como un porcentaje de grasa corporal total más bajo. Los judokas altamente calificados también tienen extremidades inferiores más cortas, manos más largas y músculos del antebrazo más desarrollados (valores más altos para la circunferencia máxima del antebrazo y valores más bajos para las mediciones de los pliegues cutáneos del antebrazo). Su cuello, brazos y tórax tienen circunferencias más grandes y, como resultado final en esta comparación, los judokas con menos grasa corporal, más masa muscular torácica y brazos y piernas más cortos tuvieron más éxito entre las jugadoras de judo analizadas.

II) Fuerza femenina en los agarres

Es bien sabido que la fuerza muscular entre hombres y mujeres es diferente; Normalmente, las mujeres tienen el 80%-85% de la fuerza muscular de los hombres en las piernas y alrededor del 60-70% en daños y agarres. Es de conocimiento común que con el entrenamiento de fuerza, la fuerza muscular de las mujeres podría aumentar a un nivel cercano al del mismo peso de los hombres en un 85-90%. Esta información no está validada por estudios científicos. Sobre la fuerza de agarre y la diferencia de género entre hombres y mujeres no entrenadas y bien entrenadas, un interesante estudio alemán también con atletas de judo bien entrenadas, realizado por D.Leyk y colaboradores en 2006, nos da resultados interesantes sobre la fuerza de agarre real en mujeres. En las siguientes figuras, se presentan algunos resultados de este estudio.



Evolución de fuerza manual - Fuerza manual máxima por peso libre de grasa - Entrenados / no entrenados

Además, las atletas de élite, también después del entrenamiento, tienen una fuerza de agarre menor que el grupo masculino no entrenado. Esta situación conduce a un enfoque diferente de la competición. Una tesis realizada por Paulo Henrique Junqueira Hudson en 2007 sobre el campeonato mundial del mismo año muestra los siguientes resultados:

G. Técnicas com ippons	Masculino	Feminino
Ashi-waza	24,1	11,8
Koshi-waza	3,4	0
Te-waza*	**55,2**	**17,6**
Sutemi-waza	13,8	11,8
Katame-waza**	**3,4**	**58,8**

Notas: * Diferença estatisticamente significativa masculino *vs* feminino ($\chi^2 = 8,895$; p = 0,003)
** Diferença estatisticamente significativa masculino *vs* feminino ($\chi^2 = 7,364$; p = 0,007)

Tab. 7.5.a Example of difference in techniques application between Male and Female (%)

Estos resultados se conectan instantáneamente con los anteriores: las mujeres aplican el mismo porcentaje de técnicas de piernas (Ashi) y (Sutemi) Sacrificios, pero muy pocas técnicas de manos (Te) y en la competición son más consistentes y efectivas en el trabajo de base (Ne Waza). Otra gran diferencia en la constitución de las mujeres es la mayor laxitud y flexibilidad de sus articulaciones. Esta es la razón por la que es posible ver, giro de cuerpo alto tanto durante las acciones de lanzamiento como en Ne Waza, o resistencia larga con ángulos extremos en la aplicación Kansetsu Waza. Además, en el ritmo de ataque, hay una diferencia que Sterkowicz señala en los Juegos Olímpicos de 1996 que "Otra característica de las atletas femeninas era la menor intensidad de acción durante el ataque y especialmente la frecuencia de faltas que en los hombres que eran más capaces de utilizar el tiempo de la pelea".

III) Agarres y neurociencia

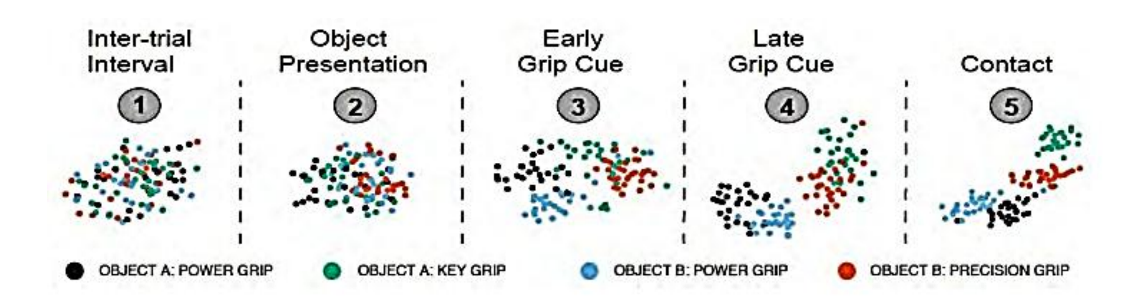
En un nuevo estudio de la Universidad de Brown, los neurocientíficos tienen una comprensión más firme de la forma en que el cerebro formula órdenes para que la mano agarre un objeto. El avance podría conducir a mejoras en futuras interfaces cerebro-computadora que proporcionen a las personas con parálisis severa un medio para controlar brazos y manos robóticas usando sus pensamientos. El hallazgo clave de esta investigación es que las neuronas en el área del cerebro responsable de planificar los movimientos de agarre retienen información sobre el objeto a agarrar mientras hacen su plan de movimiento. La actividad neuronal colectiva, por lo tanto, se ve diferente cuando se ejecuta el mismo

agarre sobre un objeto frente a otro. Esto puede ayudar al cerebro a diseñar patrones únicos cuando se realizan acciones similares en diferentes entornos. Normalmente, lo que se estudia es la relación entre un solo objeto y un agarre asociado a él.

Recientemente los científicos comienzan a investigar cómo el cerebro puede formular diferentes agarres sobre el mismo objeto o agarre sobre diferentes objetos. Encontraron los resultados interesantes de que el cerebro tiene muchas formas de formular una orden de agarre, y esas parecen estar influenciadas por lo que está agarrando. "Puedes tener el mismo movimiento como resultado de patrones de actividad muy diferentes dentro del contexto de diferentes objetos".

Sondeo de patrones

El equipo de investigación realizó sus hallazgos registrando y analizando la actividad neuronal en la corteza premotora ventral de tres animales entrenados (macacos rhesus) mientras participaban en una serie de tareas de agarre. Durante un lapso de unos cinco segundos, los investigadores presentarían uno de dos objetos diferentes. Luego mostrarían una luz roja o amarilla para indicar cuál de los dos agarres diferentes usar para cada uno, y luego parpadearía una luz verde para indicar que el agarre debe comenzar. Después del análisis, los investigadores pudieron observar cómo cambiaban los patrones de actividad neuronal en cada etapa de cada tarea.



Patrones de trazado.

Los gráficos que relacionan los patrones neuronales de cada instancia experimental muestran cómo los planes para agarrar cualquiera de dos objetos de diferentes maneras se agrupan de manera distinta e identificable, desde el inicio del esfuerzo de agarre (izquierda) hasta el contacto. Los patrones se pueden distinguir en función de las diferencias en su actividad y pueden agruparse en función de sus similitudes sin que los investigadores impongan su propia visión de los eventos que ocurren en la tarea. Lo que mostró el análisis es que las neuronas de la corteza premotora ventral siguen patrones de diferentes objetos y acciones. Comenzaron a mostrar patrones de actividad distintos e identificables tan pronto como se presentó el objeto, pero el animal sabía cómo se suponía que debía agarrar ese objeto. En el momento en que se fabricaron los agarres, los patrones se habían vuelto tan distintos que las cuatro combinaciones de agarre de objeto podían identificarse claramente con una precisión de aproximadamente el 95 por ciento. Al observar los patrones de actividad neuronal en sí mismos y las relaciones entre ellos, es posible cuantificar su similitud relativa y agruparlos sin ningún conocimiento de cuáles son los cinemáticos. En este experimento, los patrones de actividad neuronal se pueden subdividir en grupos que corresponden a los agarres y objetos básicos.

Significado

Los resultados del estudio demuestran no solo que los objetos tienen un efecto significativo en la evolución del plan de agarre. Por otra parte, el cerebro puede producir una variedad de patrones de actividad. Llegan a un plan de agarre apropiado que sugiere que el cerebro es lo suficientemente flexible como para manejar una amplia variedad de contextos de objetos y puede hacerlo con una red local de neuronas. Sobre la base de estos resultados, el entrenamiento para el

agarre corresponde a la búsqueda del patrón óptimo por parte del cerebro y también a diferentes patrones y planes para resolver diferentes actividades defensivas si un judoka lo permite, por lo que la solución de la lucha con agarre puede cambiar del área consciente a la solución cerebral automática con la ganancia de tiempo. Sobre la base de la información anterior, podemos estar de acuerdo sobre el lanzamiento de judo femenino con la afirmación de Roy Inman "... Durante años han sufrido al verse obligadas a realizar técnicas que son incompatibles con sus características físicas y mentales, y el hecho de que hayan sobrevivido en el judo el tiempo suficiente para desarrollar su propio estilo es un tributo tanto a ellas mismas como a la flexibilidad y el interés absorbente del judo en sí". Otra nota interesante, de nuevo del mismo autor, es " claro que las mujeres tenían que compensar esta falta de potencia apuntando a una mayor precisión, lo que significaba una mayor conciencia de cuándo atacar; y también tenían que adquirir el nivel de condición física que les permitiera pasar gran parte de la competición en movimiento".

IV) Lanzamientos preferidos

Hoy es diferente, el judo femenino es un deporte olímpico bien definido y con sus propias características. Tanto en términos de agarres como en términos de lanzamientos, pero hay una situación que ya es la misma que vio Roy Inman: el judo fuerte y estático es inapropiado para las mujeres: "El movimiento fue la clave". En términos generales, la aplicación de los agarres de las mujeres es más estándar que la de los hombres en porcentaje (Ki Hon Kumi Kata clásico a la izquierda o a la derecha), pero el aumento del agarre ruso también está presente de una nación a otra.

Más a menudo, la aplicación de lanzamientos es Innovadora o clásica. Muy pocas formas caóticas se ven en la competición femenina, pero el porcentaje de variaciones innovadoras es mayor debido a la flexibilidad del cuerpo de los atletas. La conexión Tachi Waza – Ne Waza, para Koshi Waza, se vincula muy a menudo con la aplicación de la herramienta Makikomi como la variación del lanzamiento, como se muestra en una de las siguientes figuras



Fig 7.5.d.e.f.g.h. High trunk flexibility in Innovative Uchi Mata

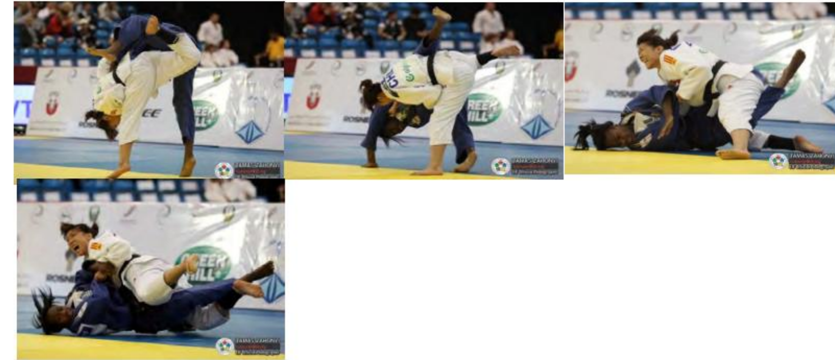


Fig 7.5.i.j.k.m. High hip flexibility in Innovative Uchi Mata



Fig 7.5.n.o.p.q.r. Innovative Makikomi

Normalmente, en las competiciones femeninas, la lucha con agarre se basa menos en la fuerza, la velocidad de ataque no es tan explosiva como en la competición masculina y, en general, el ritmo de la competición es más lento, y es posible notar que casi todas las competiciones de judo femenino se suavizan frente al judo masculino. Es interesante notar que la escasa presencia de la Forma Caótica de las técnicas en los juegos femeninos está directamente relacionada con la falta natural y relativa de fuerza tanto en las manos como en las piernas de la estructura corporal de una atleta. Luego, el judo femenino sigue más conectado con el judo Kodokan en cuanto a la preferencia de agarres, en cuanto a la forma de las técnicas de lanzamiento aplicadas (Clásico o Innovador). Ahora se puede preguntar una idea común en los países occidentales: ¿El judo deportivo es masculino o femenino? En el ranking anterior basado en medallas de oro, el ranking es 1,) RUS; 2) FRA; 3) NED; 4) GER. Sin embargo, considerando el total general, el resultado es 1) RUS; 2) FRA; 3) GER; 4) UKR. Pero, ¿cuál es la importancia del papel de las mujeres del judo en la EJU y la FIJ? Si buscamos los cuatro primeros, destacando solo el papel de las mujeres, se introducen cambios en EJU y más grandes en los rankings anteriores de la FIJ.

Women TOP FOUR EJU NATIONS FOR EJU COMPETITIONS		
NATION	GOLD	GRAN TOTAL
FRA	**61**	**199**
RUS	**45**	**193**
NED	**38**	**74**
GER	**32**	**85**

Women TOP FOUR IJF NATIONS FOR ALL COMPETITIONS		
NATION	GOLD	GRAN TOTAL
JAP	**102**	**245**
FRA	**40**	**144**
CHN	**36**	**88**
KOR	**16**	**75**

Si vemos la contribución masculina al Judo Deportivo, todos los rankings anteriores son rápidos y totalmente cambiados, tanto en EJU como en IJF, mostrando el gran peso de las mujeres en el ranking final. Como se puede ver en las dos tablas siguientes

Men TOP FOUR EJU NATIONS FOR EJU COMPETITIONS		
NATION	GOLD	GRAN TOTAL
RUS	**92**	**261**
GEO	**50**	**189**
FRA	**30**	**128**
AZE	**24**	**85**

Men TOP FOUR IJF NATIONS FOR ALL COMPETITIONS		
NATION	GOLD	GRAN TOTAL
JAP	**57**	**167**
RUS	**43**	**154**
KOR	**43**	**106**
FRA	**19**	**66**

Entonces el judo deportivo no parece una prerrogativa masculina, y las mujeres juegan en él un papel muy importante tanto en la EJU como en la IJF. La participación de las mujeres en el deporte es un problema cultural en muchos países, pero también debemos recordar que, si los principios físicos básicos del lanzamiento son los mismos para hombres y mujeres atletas, el judo femenino es totalmente diferente sobre la base de las diferencias físicas y antropométricas, las diferencias de fuerza tanto en la pierna como en los brazos y las manos, o las diferencias psicológicas, etc.

Todo lo anterior significa una forma diferente de pensar en el entrenamiento, de abordar la preparación técnica o de elegir la clase correcta de técnicas de lanzamiento aplicables. A partir de las consideraciones, hablando en general de técnicas de lanzamiento útiles y efectivas, la cuestión está obviamente relacionada con la fuerza y la morfología corporal de los atletas, luego con su peso y ritmo preferido de competición, y finalmente con la habilidad física y la capacidad tanto de los atletas como de los oponentes. Pero ¿cómo afecta el último cambio (2013) en las reglas de arbitraje al estilo femenino de judo? Menos que los hombres, porque las mujeres aplican un estilo más clásico, el único cambio es el aumento de la variación del Ashi waza o, en términos biomecánicos, el mayor uso de las técnicas de lanzamiento en cupla. En las siguientes figuras, se muestran algunas aplicaciones clásicas reales del judo durante los últimos años



Fig. 7.5.s.t.u Three elegant applications of Couple tool in women high-level competitions



Fig 7.5.v Classical O Soto Gari *Fig.7.5.z Innovative Tai Otoshi*



Fig.7.5.aa.bb.cc.dd. One hand Sode Tsurikomi Goshi attack

En general, las atletas de judo prefieren Ashi Waza, Sutemi Waza y algo de Koshi waza en la evolución de Makikomi. Todo ello aplicado tanto en forma Clásica como Innovadora. En términos biomecánicos, prefieren específicamente las Técnicas de Cupla más del grupo de pierna - tronco, las técnicas de palanca física con brazo mínimo aplicado con cierre final makikomi, y las técnicas de brazo máximo (Sutemi) más aplicadas con peso corporal y piernas, pocas con un gran aporte de brazos. Se ven pocas Formas Caóticas porque, normalmente, necesitan ser aplicadas mediante el uso de una fuerte

contribución armamentística. Por su flexibilidad, utilizan una gran cantidad de Ne Waza con preferencia por Osae Waza. Hasta ahora, a nivel de la EJU, tres de las Cuatro Naciones Principales dan la importancia justa en el Judo Femenino. En los últimos tiempos, algunos nuevos ingresos provinieron de Kosovo, Ucrania e Israel. Solo a nivel mundial: Japón, Francia, China y Corea parecen haber entendido esta lección de la manera correcta.

V) Consejos para el entrenamiento (Sogabe)

El resultado principal de este párrafo se refiere a un artículo escrito por el Dr. Akitoshi Sogabe, PhD, quien tradujo la versión japonesa para el autor. Vale la pena prestar atención al desarrollo de un pensamiento claro sobre el enfoque de entrenamiento del Dr. Sogabe (entrenador del equipo femenino japonés de judo en los Juegos Olímpicos de Londres) que se puede resumir como ***Definir, Construir y Aplicar de manera consistente***.

Podemos evaluar ese método por los títulos de los siguientes párrafos de su artículo:

1. Analizar y valorar en detalle las características del judo como deporte de competición

2. Crear objetivos de entrenamiento para aumentar la resistencia

3. Introducción de un programa de formación que distinga entre el "tronco" y el "eje central"

La dirección actual del entrenamiento debe analizar: 1. Inconsistencias entre el coaching teórico y el práctico. 2. Diferencias en la conciencia de grupo entre los sexos.

Enfoques Dr. SOGABE

1. Definir

El objetivo principal en la organización de un programa de entrenamiento es evaluar de la manera correcta el consumo de energía y las características de este consumo durante el tiempo de competición. Como nos recuerda el Dr. Sogabe: "El judo es un deporte competitivo dividido en sexos y clases. Por lo tanto, las habilidades físicas máximas que se deben alcanzar no son las mismas para todo el Judo". Para tener los parámetros adecuados para evaluar la carga física que los atletas tienen que superar en competición, esto último deberá ser analizado cuidadosamente.

Por ejemplo, el Dr. Sogabe (2011) en su artículo: Después de un análisis de la Competición de Judo de la Copa Kodokan de Japón por Clase de Peso, que selecciona a las atletas certificadas de Japón, encontramos los siguientes tiempos promedio por categoría de peso femenino:

- 6 minutos y 25 segundos para la categoría de 48 kg;
- 6 minutos y 2 segundos para la categoría de 52 kg;
- 5 minutos y 31 segundos para la categoría de 57 kg;
- 7 minutos y 41 segundos para la categoría de 63 kg;
- 4 minutos y 33 segundos para la categoría de 70 kg;
- 4 minutos y 32 segundos para la categoría de 78 kg;
- 3 minutos y 57 segundos para la categoría de 78 kg y más (Sogabe et al., 2011).

Además, teniendo en cuenta el tiempo que se tarda en conseguir el primer premio (6 combates hasta la final), el simple cálculo del tiempo medio para cada categoría de peso da como resultado:

- 38 minutos y 30 segundos para la categoría de peso de 48 kg,
- 36 minutos y 12 segundos para la categoría de 52 kg,
- 33 minutos y 06 segundos para la categoría de 57 kg;
- 46 minutos y 6 segundos para la categoría de 63 kg;
- 27 minutos y 18 segundos para la categoría de 70 kg; y

- 23 minutos y 42 segundos para la categoría de 78 kg y más.

Además de esto, también debemos considerar el número de segundos y el número de veces que el árbitro dio la instrucción de 'mate' para suspender temporalmente el partido, así como la progresión del partido a newaza, que requiere el uso de todos los músculos del cuerpo.

2. Construir

Normalmente es bien sabido que el Judo es una actividad física de alta intensidad en la que el pulso puede alcanzar los 190 latidos por minuto (Nakamura, 1977), y el rendimiento máximo debe mantenerse de forma intermitente durante cerca de 40 minutos cada día. La definición de la carga energética permite al entrenador organizar el programa de entrenamiento adecuado utilizando conocimientos de fisiología, judo, fitness y ciencia motora. Como nos sugiere el Dr. Sogabe en su artículo: "Pensando en el judo en términos de sus características metabólicas, es una mezcla de ejercicio aeróbico y ejercicio anaeróbico. Por lo tanto, introdujimos una carrera de 400 metros que se basa en una tasa del 82.0% del mecanismo de suministro de energía anaeróbica, combinando tanto el sistema ATP-CP como el sistema de glucólisis, así como una carrera de 800 metros que se basa en una tasa del 49.4%. La energía para realizar este ejercicio es suministrada por el glucógeno muscular y el glucógeno hepático. Por lo tanto, en situaciones que exigen un rendimiento de alta resistencia, la conservación del glucógeno, un ingrediente crudo para un rendimiento fuerte permitirá el rendimiento muscular durante períodos de tiempo más largos, y se cree que es una adaptación importante para el judo". "… Para descubrir la relación entre las habilidades de carrera de 400 m y 800 m y el consumo máximo de oxígeno y la frecuencia del pulso, hicimos que los atletas hicieran una prueba de carrera de 20 metros y ejercicios de velocidad tradicionales (ejercicios realizados lo más rápido posible en una cantidad determinada de segundos), les hicimos usar un medidor de frecuencia de pulso (POLAR RS800CX) y luego medimos su frecuencia de pulso máxima y el grado en que su pulso bajó 1 minuto después de la carrera de lanzadera. Para recopilar estos datos, se creó una 'Hoja de evaluación del acondicionamiento del sistema cardiopulmonar' y se proporcionó a los atletas comentarios". Algunos resultados se muestran en la siguiente figura.



Fig. 7.5.ee. 'Cardiopulmonary System Conditioning Evaluation Sheet' from Women Japanese Judo team (from Sogabe)

3. Aplicar de manera consistente

Recordemos el concepto de Rompiendo la Simetría en la competición (párrafo 4. l). Es interesante ver cómo los japoneses en diferentes palabras apuntan al mismo objetivo. De nuevo del artículo del Dr. Sogabe: "*Cuando se aplica una técnica de judo y uno pierde el equilibrio sin poderse ntenerse en pie, o el tronco se flexiona al enfrentarse a un oponente, a menudo se dice que el 'tronco es débi' o que uno ha 'perdido el eje central'. Sin embargo, debe haber una clara distinción entre estos dos. Hay circunstancias en las que el tronco es débil y no pueden mantener su 'eje central'. Sin embargo, también hay circunstancias en las que algún otro elemento puede ser la causa. Por lo tanto, si determinamos si la causa de "perder el eje central" es la fuerza muscular del tronco, es posible que los efectos deseados no siempre se produzcan a través del entrenamiento. Por lo tanto, antes de fortalecer el tronco, utilizamos un dispositivo de prueba muscular manual para evaluar la fuerza muscular isométrica, para proporcionar una evaluación integral de la isotónica, la estabilización y el acondicionamiento, y para evaluar partes específicas, no solo el abdomen y la espalda, sino la parte superior de los brazos, los grupos musculares periféricos de la articulación de la cadera, el músculo cuádriceps femoral, y el tendón de la corva*". Estas mediciones se organizaron en una hoja de evaluación de la fuerza del tronco de judo y se devolvieron a los atletas con una explicación, y se crearon programas individualmente para superar las debilidades.



Fig. 7.5.ff. Trunk Strength Evaluation sheet for the female team (from Sogabe)

“Otro aspecto que tuvimos en cuenta es que los músculos son estabilizadores dinámicos, no estabilizadores estáticos como los ligamentos. Dado que todos los músculos esqueléticos están controlados por señales del cerebro, si el cerebro no envía ninguna señal por un momento en respuesta a las circunstancias necesarias, la estabilización no se puede lograr a través de una contracción fuerte, sin importar cuánta fuerza muscular haya. Todo lo contrario: si se pone constantemente demasiada atención consciente en los músculos para estabilizar el eje central de uno, la concentración en el partido puede entonces distraerse, y uno ya no será capaz de adaptarse al oponente. Por lo tanto, creemos que es importante no centrarse en estabilizar el cuerpo durante un partido, sino prestar atención al partido y a la ejecución del waza, y ponerse en un estado en el que los músculos respondan adecuadamente según sea necesario".



Fig.7.5.gg.hh. Japanese Women Team training (from Sogabe)

La última anotación del artículo del Dr. Sogabe se refiere a la aplicación práctica real y no solo a la teórica, sino que también es interesante la anotación subrayada que habla en términos reales de la naturaleza práctica de los problemas a los que se puede enfrentar un entrenador durante el entrenamiento de los atletas de alto nivel. Una vez más, el Dr. Sogabe está pensando: "*Hay muchas teorías del entrenamiento para alcanzar una cierta habilidad, y también hay numerosos métodos para esto. Al observar las teorías fisiológicas presentadas a las revistas científicas, el entrenamiento se prueba con un protocolo similar al de laboratorio, como "se lleva a cabo una actividad física fuerte de xx% / VO2max durante xx minutos, y xx series se realizan después de xx minutos de descanso, mostrando una mejora en la fuerza xx y un aumento en xx en la sangre..." "Si realmente se siguieran este tipo de protocolos cuando se entrena, recibiríamos ese tipo de respuesta". "Sin*

embargo, la persona que se está entrenando no es una rata cuyo nivel de fuerza se puede controlar a la fuerza, ni un sujeto voluntario que está cooperando en un experimento. Son atletas de alto nivel que son muy firmes en su propio pensamiento. El entrenamiento, entonces, es una práctica menos técnica para mejorar las habilidades técnicas para los deportes competitivos y más como un trabajo que acompaña constantemente a la simplicidad y la fortaleza mental. Debido a esto, en comparación con la práctica técnica, los atletas tienen una tendencia a formar sus propios límites mentales para disminuir el agotamiento tanto como sea posible en el entrenamiento. Si los atletas no son entrenados para eliminar estos límites, no podrán beneficiarse de la teoría descubierta por tantos investigadores. Por lo tanto, cuando se entrena a los atletas en el entrenamiento, puede estar bien utilizar varios métodos, pero, incluso con un entrenamiento simple en el que las habilidades que se alcanzarán en última instancia se identifican cuando se crea un programa, es importante llevar el entrenamiento hasta el final. Para lograr esto, el entrenador debe aceptar el hecho de que llegará a ser odiado por los atletas". Además, las conclusiones están llenas de anotaciones interesantes, hechas por un hombre que es un investigador y entrenador contemporáneo de una manera práctica. También hay alguna conexión con la consideración práctica de Roy Inman, como la siguiente: "Rápidamente descubrí que las mujeres son más fácilmente "entrenables" que los hombres, si les das un programa, la mayoría lo sigue religiosamente". Otra introducción interesante de Roy fue la música durante las secciones de calentamiento y uchi komi, y también en la sesión larga de escuadrón durante el fin de semana.

En resumen, las mujeres, en comparación con los hombres, tienen un firme sentido de sí mismas, pero también tienden a no gustarles sobresalir dentro de un grupo. Debido a esto, en el entrenamiento grupal, se observará que las atletas femeninas no rinden a su máximo potencial debido al miedo a imponer una carga al equipo al superar sus propios límites o mostrar consideración a las atletas veteranas fingiendo estar sin aliento. En este tipo de entorno, ninguna cantidad de entrenamiento mejorará la efectividad del equipo. Por lo tanto, el entrenamiento debe comenzar por crear un entorno en el que el atleta, sin importar su posición, pueda entrenar sin preocuparse por cómo encaja en el grupo. Obviamente, el análisis final de la Dr. Sogabe reasume algunos hallazgos interesantes que todas las entrenadoras pueden compartir: *"No hay mucha conexión entre las diferencias entre los sexos cuando se trata de programas de entrenamiento básico en deportes competitivos. Sea cual sea el caso, lo más importante es tener una comprensión completa de las características de ese deporte competitivo. Si no se les da una forma clara, no se puede hacer ningún programa para mejorar el potencial competitivo. Sin embargo, el método de coaching para aplicar un programa difiere entre hombres y mujeres. Uno debe comprender completamente las diferencias características entre los sexos y utilizar esta comprensión para proporcionar un entrenamiento que tenga en cuenta cómo mejorar la efectividad de la capacitación. La teoría es para el escritorio, y el coaching es para el campo y un intercambio entre dos humanos. El entrenamiento es un trabajo extremadamente exigente físicamente. Sin embargo, el momento más feliz para nosotros es cuando los atletas superan un entrenamiento difícil para lograr la victoria. De aquí en adelante, pondré las narices de mis atletas en la piedra de afilar en previsión de ver sonrisas en sus rostros más adelante".*

BIBLIOGRAFÍA

[1] Adam M, Klimowicz P, Pujszo R, Judoka' tactical and technical efficiency during the World Championships in 2014 and 2015, Baltic Journal of Health and Physical Activity 8(2):19-28, 2016.

[2] Almansba, R., Franchini E., Sterkowicz S., Imamura R.T., Calmet M., Ahmaidi S. A comparative study of speed expressed by the number of throws between heavier and lighter categories in judo. Science & Sports 23, 186–188, 2008.

[3] Artioli, G.G., Coelho F.D., Benatti F.B., Gailey A.C.W., Berbel P., Adolho T.B., Lancha Jr. A.H. Relationship between blood lactate and performance in a specific judo test. www.judobrasil.com.br

[4] Arus E., Biomechanics of Human Motion application in the martial arts, CRC Press ISBN-13: 978- 1-4665-6324-7, 2012

[5] Ashkinazi, S., Jagiełło W., Kalina R.M., Novikov S., Stupnicki R. The importance of hand-to-hand fights for determining psychomotor competence of antiterrorists. Archives of Budo, vol. 1: 8-12, 2005.

[6] Boguszewski, D. Fight Dynamics of the Double Olympic Champion in Judo (1988, 1992). Journal of Human Kinetics, vol. 16, 97-106, 2006.

[7] Boguszewski, D., Boguszewska K. Dynamics of Judo Contests Performed by Finalists of European Championships (Rotterdam 2005). Archives of Budo, Vol. 2: 40-44, 2006.

[8] Courel-Ibanez S, Franchini E, Femia P, Stankovic N, Escobar-Molina R, Effects of kumi-kata grip laterality and throwing side on attack effectiveness and combat result in elite judo athletes. International Journal of Performance Analysis in Sport 14, 138-147. 2014,

[9] Degoutte, F., Jouanel P., Filaire E. Energy demands during a judo match and recovery. Br. J. Sports Med., 37, 245-249, 2003.

[10] Del Vecchio, F.B., Franchini E., Souza, Carlos E.B.de. Análise do tempo de luta dos finalistas do Campeonato Mundial de Judô de 2003. In: Congreso de la asociación española de ciencias del deporte, Valencia. Congreso de la asociación española de ciencias del deporte, 2004.

[11] Dominiquez, J.G.B. Evolución de la Fuerza Muscular Relacionada con la producción y aclaramiento de Lactato en Sucesivos Combates de Judo. Tesis Doctoral, Departamento de Educacion Fisica Y Deportiva Universidad De Granada, 2006.

[12] Dopico-Calvo X, Iglesias-Soler E, Carballeira E, Mayo X, Clavel I, Pintos, P, Functional Dominance whilee, Lateral Structure of Confrontation, and Its Relationship to Sports Success in Judo EJU Poster Exhibition 2016

[13] Dopico-Calvo X, Iglesias-Soler E, Carballeira E, Mayo X, Ardá A, González-Freire M, The relationship between motoric dominance and functional dominance while executing judo techniques: a study on laterality, Archives of Budo Vol 10 2014.

[14] Franchini, E., Matsushigue K.A., Dal'Molin Kiss M.A.P., Sterkowicz S. Estudo de caso das mudanças fisiológicas e de desempenho de judocas do sexo feminino em preparação para os Jogos PanAmericanos. Rev. Bras. Ciên. e Mov. Brasília, vol. 9, n. 2, 2001.

[15] Franchini, E., Sterkowicz S. Tática E Técnica no Judô de Alto Nível (1995-2001): Considerações Sobre as Categorias de Peso E Os Gêneros. Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte, 2(2):125- 138, 2003.

[16] Gauthier, B. Analyse de l'évolution du judo Français dans le context international. http://alliancejudo91.free.fr - Idée du Judo N°06-01, 2006.

[17] Gyöngyi, F.S. Faji előítélet és idegengyűlölet a magyar labdarúgó-stadionokban. Kalokagathia, 1- 2. Sz, 1997.

[18] Goethel M, Castro A, Crozara L, Moreira P, Cardozo A, Goncalves M, Borges N, Características da preensão manual de judocas brasileiros de elite, revista Brazilera de Biomecanica 2015

[19] Hämäläinen, P., Ilmonen T., Höysniemi J., Lindholm M., Nykänen A. Martial Arts in Artificial Reality. CHI 2005 l PAPERS: Enhancing Virtual Spaces and Large Displays, Portland, Oregon, USA, 2005.

[20] Heinisch H, Busch D, Tendencies of efficacy of technical-tactical actions in judo. Eju Poster Competition 2015

[21] Hirose, N., Suganami M., Nakamura M., Sugawara S. The Analysis of judo competition in 95 kg Category. Comparison between Domestic championships and Europe championships. Journal of Health and Sports Science Juntendo University, (1) pp.36-50, 1997.

[22] Imamura, R., Iteya M. Kuzushi and Tsukuri and the Theory of Reaction Resistance. Bulletin of the Association for the Scientific Studies on Judo. Report 11, 2007.

[23] Inman Roy Judo for women The Crowood Press 1987 ISBN 1 85223 040 1

[24] Kajmović, H., Rađjo I., Kapo S., Mekić A. A Comparison Analysis of Situational Efficiency Between Seven Categories for Female Seniors at the European Judo Championships. International Scientific Conference “10. Sport Kinetics 2007” – 15 years Jubilee of existing International Association of Sport Kinetics Belgrade, Serbia, 24-26 August 2007.

[25] Kajmovic H, Radjo I, A Comparison of Gripping Configuration and Throwing Techniques Efficiency Index in Judo Between Male and Female Judoka During Bosnia and Herzegovina Senior State Championships, International Journal of Performance Analysis in Sport 14, 621-635. 2014

[26] Kajmovic H, Radjo I, Mekic A, Crnogorac B, Colakhodzic E, Differences in gripping configurations during the execution of throwing techniques between male and female cadets at the European Judo Championship, Archives of Budo Vol 10, 2014

[27] Kalina, R.M., Chodała A., Dadeło S., Jagiełło W., Nastula P., Niedomagała W. Empirical Basis for Predicting Success in Combat Sports and Self-Defence. Kinesiology 37, 1:64-73, 2005.

[28] Kwon, T., Cho Y.-S., II Park S., Shin S.Y. Two-Character Motion Analysis and Synthesis. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, Vol. 14, No. 3, 2008.

[29] Mesquita, I., Rosado A., Januário N., Barroja E. Athlete’s retention of a coach’s instruction before a judo competition. Journal of Sports Science and Medicine, 7, 402-407, 2008.

[30] Miarka B, Fukuda D, Heinisch H, Battazza R, Del Vecchio F, Camey S, Franchini E, Timemotion analysis and Decision Making in Female Judo Athletes during Victory or Defeat at Olympic and Non-Olympic Events: Are Combat Actions Really Unpredictable? International Journal of Performance Analysis in Sport 16, 442-463, 2016.

[31] Miarka B, Ferreira Julio U, Del Vecchio F, Calmet M, Franchini E, Técnica y táctica en judo: una revisión, Revista de Artes Marciales Asiaticas, Vol 5 N 1 (91-112), 2010

[32] Miarka B, Del Vecchio F, Julianetti R, Cury R, Camey S, Franchini E, Time-motion and tactical analysis of Olympic judo fighters, International Journal of Performance Analysis in Sport, 16, 133- 142. 2016

[33] Miarka B, Fukuda D, Del Vecchio F, Franchini E, Discriminant analysis of technical-tactical actions in high-level judo athletes, International Journal of Performance Analysis in Sport, 16, 30-39. 2016

[34] Minamitani, N., Fukushima M., Yamamoto H. Biomechanical Properties of Judo Throwing Technique, Uchimata, Especially for Newly Developed Flamingo Technique. In: Biomechanics in Sports VI. Eds: Kreighbaum, E. and McNeil, A. Proceedings of the Sixth International Symposium of Biomechanics in Sports, held in Bozeman, Mont., International Society of Biomechanics in Sports. 245- 251, 1988.

[35] Molina, D.R.E. Influencia de dos Metodologias de Trabajo Concurrente Para la Mejora del Judoka. Universidad de Granada, Departamento de Educacion Fisica Y Deportiva, Granada, 2007.

[36] Monteiro, L., Chambel L. The Judo Fight Dynamics: Male and Female Characteristics. 3rd World Judo Conference, 10th September, Osaka, Japan, 2003.

[37] Nowoisky, H. The Biomechanics of Loss of Balance in Olympic Sport Judo, Possibilities of Measurement Of Biomechanical Parameter. ISBS 2005 / Beijing, China, 2005.

[38] Parmigiani, S., Bartolomucci A., Palanza P., Galli P., Rizzi N., Brain P., Volpi R. In Judo, Randori (Free Fight) and Kata (Highly Ritualized Fight) Differentially Change Plasma Cortisol, Testosterone, and Interleukin Levels in Male Participants. Aggressive Behavior, vol. 32, pages 481–489, 2006.

[39] Paillard, T., Montoya R., Dupui P. Postural adaptations specific to preferred throwing techniques practised by competition-level judoka. Journal of Electromyography and Kinesiology 17, 241–244, 2007.

[40] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo Mediterranee Publisher ISBN: 8827203486 Roma 1988

[41] Sacripanti A, Perquisa sobre a transmissâo de energia do Tori para o Uke na situaçâo real de competiçao. I° Simposio de Ciências do desporto aplicadas ao judo Centro de Medicina deportiva de Lisboa Portugal 1991

[42] Sacripanti A - Contest Dynamics: General biomechanical theory of contest sports. I° Congreso Internacional de luchas y juegos tradicionales Islas Canarias 1996 Espagna

[43] Segedi I, Sertić H, Franjić D, Kuštro N, Rožac D, Analysis of judo match for seniors, Medsportpress, 2(2); Vol. 5, 57-6, 2014;

[44] Sertić H, Segedi I, Structural Analysis of Fights on Grand Prix Tournament in Zagreb 2015. EJU Poster Exhibition 2016

[45] Shaw, D., Kavanal B.K. Development of a Multiple Regression Equation to Predict Judo Performance with the Help of Selected Structural and Body Composition Variables. Proceedings RC IEEE-EMBS & 14th BMESl, 1995.

[46] Sogabe A, Maehara K, Iwasak S3, Sterkowicz-Przybycień K, Sasaki T, Sterkowicz S, Correlation analysis between Special Judo Fitness Test and Uchikomi Shuttle Run Test, Archives of Budo 2015

[47] Sogabe A, Women's Judo: Coaching the Training of Female Athletes – The Gap Between Scientific Theory and Training Methodologies Published in Japan Coaching Journal 2014

[48] Stachoń A, Pietraszewska J, Burdukiewicz A, Andrzejewska J, The diversity of body composition, body proportions and strength abilities of female judokas in different weight categories, Archives of Budo, Vol 10, 2014

[49] Sterkowicz, S. Differences in the Specific Movement Activity of Men and Women Practicing Judo. Journal of Human Kinetics, vo. 1, 1999.

[50] Sterkowicz, S., Franchini, E. Techniques used by Judoka During the World and Olympic Tournaments 1995-1999. Human Movement, 2:24-33, 2000.

[51] Sterkowicz, S., Franchini, E. Variations of techniques applied by Olympic and World Championships medallists. In: The Second International Judo Federation World Judo Conference Booklet. Poster Presentation, Munich (Germany), v. 1, p. 32-32, 2001.

[52] Sterkowicz, S., Lech G., Almansba R. The course of fight and the level of sports achievements in judo. Archives of Budo, vol. 3, p. 72-81, 2007.

[53]Sterkowicz, S., Maslej P. An Evaluation of the Technical and Tactical Aspects of Judo Matches at the Seniors Level. http:/www.judoamerica.com/ijca/sterkowicz/index.html. Home Page: International Judo Coaches Aliance. Site:http//www.judoamerica.com 15 page. September 1999. Polishversion: Dzialania techniczno-taktycznew walcejudo sportwyczynowy. 1999, nº 9-10 p. 47-53.

[54] Sterkowicz S, Sacripanti A, Sterkowicz – Przybycien K, Techniques frequently used during London Olympic judo tournaments: A biomechanical approach Archives of Budo 2013

[55] Stevens, M.J., Lane A.M., Terry P.C. Mood Profiling During Olympic Qualifying Judo Competition: A Case Study Testing Transactional Relationships. Journal of Sports Science and Medicine, CSSI, 143-151, 2006.

[56] Szyszko-Bohusz, A. The problem of the proper ethical and social preparation of teachers, trainers and participants of Combat Sports and Martial Arts at the contemporary epoch of globalization, science and technology. Ist World Scientific Congress of Combat Sports and Martial Arts, Rzeszów, Poland, 22- 24.09, 2006.

[57] Váguino de Lima, E., Tortoza C., Laureano da Rosa L.C., Lopes-Martins R.A.B. Study of the correlation between the velocity of motor reaction and blood lactate in different times of combat in judo. Rev Bras Med Esporte, vol. 10, Nº 5, 2004.

[58] Vieten, M.M., Riehle H. Quantifying Judo Performance an Attempt to Judge the Effectiveness of Throwing Attacks. 18 International Symposium on Biomechanics in Sports, Symposium 2000, Hong Kong, China, 2000.

[59] Vismara A. Judo Competizione Longanesi & Co 1979

Capítulo 8: Dirección de Alto Nivel I.

Herramientas técnico-tácticas complementarias

En este capítulo se desarrollará la primera parte de la dirección del entrenamiento de alto nivel conectado con el camino de la victoria en competiciones de alto nivel. La belleza estética de un Ippon en una competición como una exhibición de lanzamiento no solo un técnico sino también el público puede apreciarla, pero, en una competición de alto nivel, un resultado como este solo puede suceder si hay una diferencia muy grande en la habilidad de judo entre los atletas o si un competidor comete un error muy grande. Normalmente, en una situación como la competición, el Ippon no es fácil de obtener, ni por las capacidades defensivas de los adversarios, ni por la dinámica de la situación en la que las fuerzas no pueden aplicarse en la dirección totalmente correcta, o porque la posición perfecta de tsukuri conectada al lanzamiento realizado es muy difícil de lograr. Para superar todas estas dificultades reales, los atletas o entrenadores desarrollaron una serie de herramientas complementarias por experiencia o estudio. Mostrar estas herramientas utilizadas en relación con la clase biomecánica de lanzamiento (Par o Palanca) facilitará su uso y ayudará a los entrenadores y atletas a ampliar la efectividad potencial de sus lanzamientos o a encontrar nuevas herramientas para obtener Ippon. Algunas herramientas podrían considerarse de aplicación general como el uso del peso corporal, por ejemplo. Normalmente en Sutemi, el peso corporal es la fuerza primordial para obtener la acción de lanzamiento; pero como herramienta complementaria, su función es finalizar, de la manera correcta, una acción de lanzamiento no perfecta. Este capítulo comenzará con algunos de los efectos que cambian en las reglas de los árbitros introducidos en las competiciones de judo. Luego el análisis pasa por el primer contacto, rompiendo la simetría usando el ataque directo y la combinación, con algunas reflexiones sobre el Seoi y la Familia Uchi Mata, para explicar el mecanismo realmente fácil de cómo construir nuevos lanzamientos (no Kodokan).



Fig 8.a. Dynamic birth of a new throws

8.1. Reglas de arbitraje y su impacto en la competición

Durante estos años, desde la primera edición en inglés de mi libro en 2010, se han introducido muchos cambios en las Reglas de Árbitros de la Federación Internacional de Judo. El principal cambio se produjo en 2013 en el que, por ejemplo, romper el agarre del oponente con ambas manos, no enganchar al oponente rápidamente al comienzo del partido y retrasar la progresión de la competición al evadir los intentos del oponente de realizar una acción de agarre se prohibió bajo una revisión de las reglas de 2013. Las violaciones de estas reglas resultan en una penalización de shido. Estos cambios se introdujeron para mejorar la dinámica de los concursos, y las siguientes estadísticas muestran los resultados de más o menos 9000 competiciones.

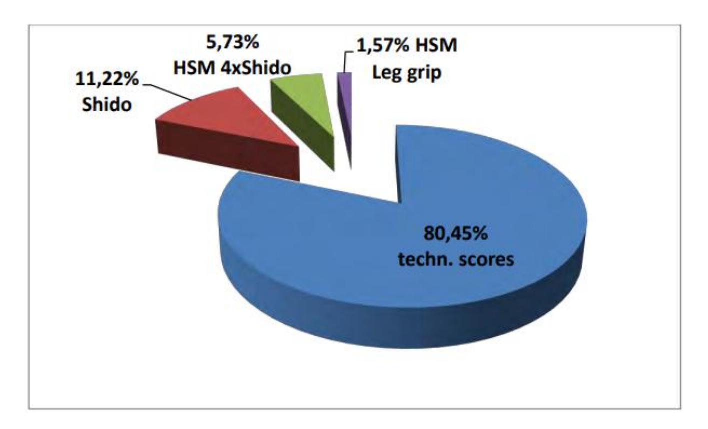


Fig 8.1.a Statistics of results after the introduction of new rules 2013 (9000) competitions

Fig.8.1.b. Bear Hug Banned

El cambio más importante fue prohibir los agarres directamente debajo del cinturón. Esto significa que los lanzamientos clásicos o innovadores como Morote Gari, Kibisu Gaeshi, Kata y Tama Guruma, el antiguo Ko uchi Makikomi, Tawara Gaeshi, Te Guruma, etcétera, fueron prohibidos de la competición como una aplicación clásica. Desde el otro lado, todos los bloqueos con una o dos manos bajo el cinturón fueron penalizados por Hansoku Make (descalificación). Además, los agarres especiales como *Abrazo del oso* estaban prohibidos sin agarres, pero se permitían cuando Tori tomaba casi su propio agarre.

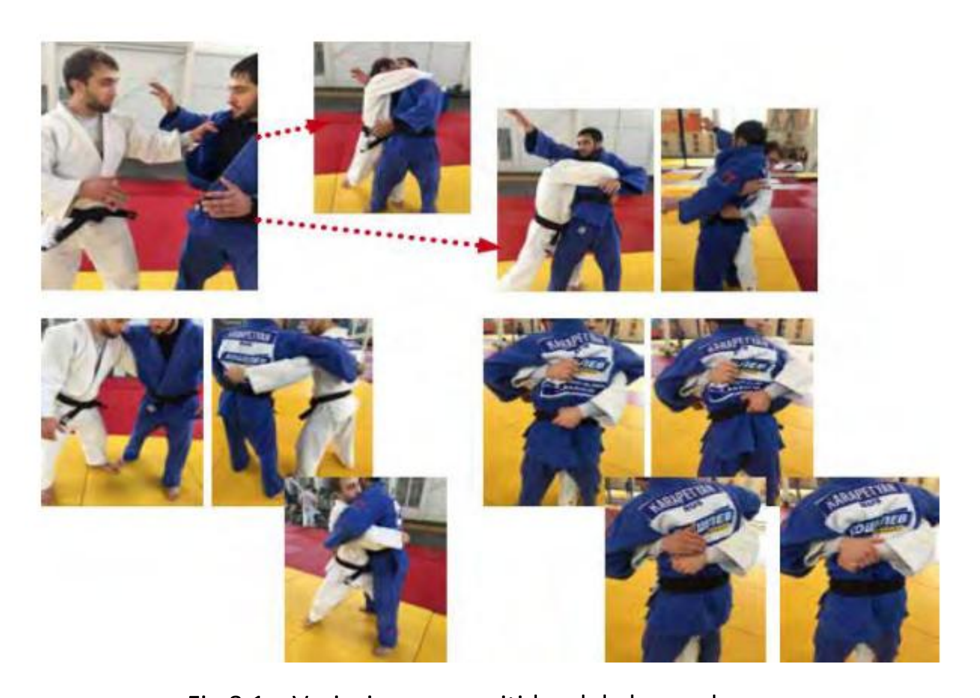


Fig.8.1.c Variaciones permitidas del abrazo de oso

Todas estas nuevas reglas cambiaron fuertemente las competiciones y uno de los primeros en estudiar el impacto de las nuevas reglas de 2013 en la competición fueron el japonés Ito y sus compañeros de trabajo que analizaron los Grand Slam entre 2012-2013. Los resultados mostraron un aumento significativo en el índice de eficiencia de ataque de combinación y contraataques precedidos por tres aplicaciones de kumite.

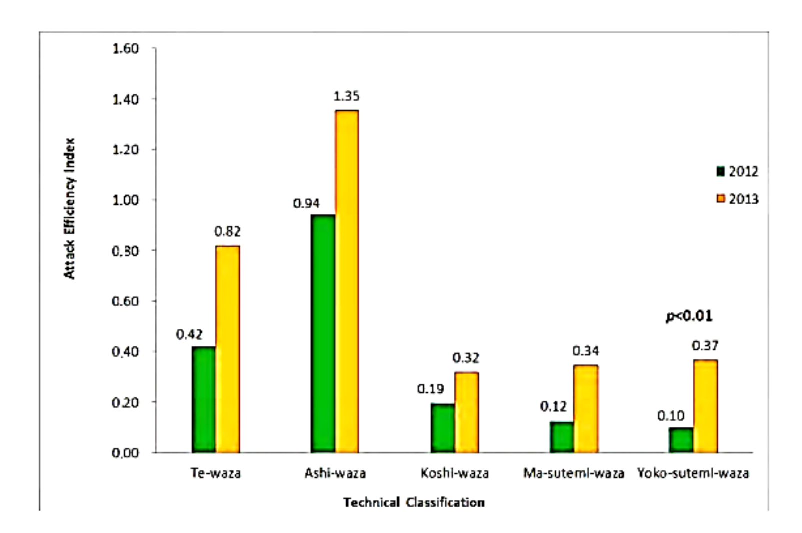


Fig.8.1.d. Attack Efficiency Index by technical classification (3 Kumite)

Todos los cambios en las reglas de arbitraje realizados por la FIJ tenían como objetivo un rendimiento más dinámico y activo basado en los puntajes en las competiciones. Entre las más relevantes está la introducción de un solo árbitro dentro del área de competición y la inclusión de una revisión de video (VR) en los casos en que haya alguna duda sobre el resultado de una acción. Hoy en día un combate solo se puede ganar por superioridad técnica. A diferencia de las reglas de arbitraje anteriores, ahora no hay igualdad entre los puntos, pero el hansoku-make dado directamente o debido a tres faltas consecutivas termina un combate de judo (Federación Internacional de Judo [IJF], versión 2020). En contraste, con anterioridad a un atleta se le otorgaba hansoku-make debido a cuatro shidos consecutivos (reglas de arbitraje de la FIJ, versión 2016). La FIJ ha apuntado a un judo más "positivo" que atrae al espectador y se basa en puntuaciones en lugar de faltas. Entre los últimos cambios de reglas en 2017 se menciona los que se realizaron con las puntuaciones (criterios más rigurosos para otorgar una puntuación ippon, exclusión de la puntuación yuko, declaración de las únicas puntuaciones ippon y wazari). Con respecto a las faltas, la descalificación con tres y no cuatro como antes y la exclusión de ganar por faltas en el periodo reglamentario. La duración de los combates se redujo 4 min y puntos del ranking mundial (FIJ, versión 2017). Todos estos cambios en las reglas mejoraron la dinámica en las competiciones. En la siguiente tabla, es posible ver la influencia de la realidad virtual en las acciones de los árbitros durante el Gran Slam (París y Düsseldorf 2020).

Referee's actions	*Male Frequency n (%)*	*Female Frequency n (%)*	*Total Frequency n (%)*
Score assigned	66 (77.6)	24 (64.8)	90 (73.7)
Penalties assigned	11 (12.9)	10 (27.0)	21 (17.2)
Removed scores	4 (4.7)	1 (2.7)	5 (4.1)
Declassification	3 (3.5)	2 (5.4)	5 (4.1)
Removed penalties	1 (1.7)	0 (0.0)	1 (0.8)

Table 8.1a. Absolute and relative frequency of referee's actions according to the type of action requested by video review. (Paris -Dusseldorf 2020 GS)

En estas dos competiciones, la realidad virtual se utilizó a menudo al comienzo del combate, principalmente en el grupo femenino, principalmente en lo que respecta a la atribución de puntuaciones, lo que afectó directamente al resultado del partido en más del 80% de los casos. Además, las acciones prohibidas son importantes con las tres reglas de descalificación del shido. En la siguiente tabla podemos ver la diferencia porcentual entre un ganador y ningún ganador de eventos de 1 y 2 shido y de 3 shido.

		Winners		Non-winners		
Forbidden actions	Total %	1 shido %	2 shido%	1 shido%	2 shido%	3 shido%
Non-combat.	40.5	37.2	38.7	40.3	45.1	44.3
Avoid Grips	18.8	24,3	13.6	21.8	12.4	6.2
False attack	16.4	14,4	24.5	13.6	17.4	25.6
Defensive posture	6.8	7.4	5.8	6.4	7.2	5.9
Outside Cont-area	6.3	5.4	6.3	6.9	6.2	7-5
Others	11.2	11,2	11.1	11	11.7	10.5

Tab.8.1.b Percentage of forbidden actions for winner and bo winner From (Ceylan, et al. 2021)

Consulte las Reglas de organización deportiva de la IJF para conocer las reglas más recientes. Puede encontrar el SOR aquí https://www.ijf.org/ijf/documents/5

8.2 Táctica de primer contacto y enfoque de rotación

Un significado más profundo del agarre

Una frase muy conocida nos da la información más clásica sobre los agarres: sin agarre en Judo, no podrás lanzar a nadie. Esto es fácilmente demostrable. Intenta lanzar a alguien sin ningún agarre (sin tocar), luego con una mano en tu oponente, luego con las dos manos, con el agarre todo se vuelve más fácil de lanzar. Este "Sentido Común" tan sano nos da la dirección correcta hacia la verdad. pero el no convencional "Sentido Biomecánico" nos muestra un camino diferente "más profundo" hacia la verdad. De hecho, para ello, es imprescindible profundizar en las herramientas biomecánicas aplicadas en las técnicas de movimiento de lanzamiento (Cupla y Palanca).

Grupo de Par de fuerzas (cupla)

Analizando las Técnicas del Grupo "Pareja de Fuerzas", la Acción General Invariante (movimientos básicos de acortamiento de la distancia en un sistema de un par de atletas), están directamente conectadas con las Fases de Tsukuri, Kake y la información asombrosa es que, en este caso, Kuzushi (desequilibrio) no es una condición necesaria, y teóricamente hablando es posible realizar estas técnicas sin desequilibrio y también teóricamente sin agarres. De hecho, el desequilibrio podría no estar presente en algunas aplicaciones agonísticas de las técnicas de pareja.



Fig.8.2.a.b General Action Invariant flowing in Kake phase without Kuzushi (competitive Okuri Ashi Harai);

Esto significa que, en el grupo de pareja de fuerzas, solo son necesarias las fases de Tsukuri-Kake. De hecho, la presencia de Kuzushi ayuda y facilita obviamente los lanzamientos, pero no es absolutamente necesario. Porque biomecánicamente hablando: Uke está en un equilibrio inestable, y la rotación alrededor de su centro de masa con la caída es ayudada por la

fuerza de gravedad externa. Otro dato válido que se ha señalado es que estas técnicas más sencillas, biomecánicamente hablando, pueden aplicarse en competición independientemente de la velocidad de cambio que puedan tener los sistemas de un par de atletas. Las técnicas de pareja se pueden agrupar en función de sus tres movimientos de acortamiento de distancia denominados Invariante de Acción General (IAG):

I. Primeros movimientos rectos de IAG hacia adelante o hacia atrás,
II. Segundo IAG 180° grados de rotación en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj, y
III. Tercer IAG 90° grados de rotación en el sentido de las agujas del reloj o en sentido contrario a las agujas del reloj

En estas condiciones, es fácil, teniendo en cuenta los tres planos de simetría del cuerpo de Tori en los que se encuentran un par de fuerzas, encontrar el movimiento inverso o el lanzamiento. Por ejemplo:

A) Aplicación del plano de simetría sagital de:
1ª Invariantes de Acción General: O Soto Gari, dirección inversa Mae Ushiro Uchi Mata,
2ª Invariantes de Acción General: Harai Goshi aplicación inversa Ushiro Hiza Ura Nage,
3ª Invariantes de Acción General: Uchi Mata, inversa (Atrás) Ushiro Uchi Mata

B) Plano de simetría transversal Aplicación de:
3ª Invariantes de Acción General: O Uchi Gari, Ko Uchi Gari (No hay inversas sino opuestas desde el otro lado).

C) Plano de simetría frontal Aplicación de:
1ª Acción General Invariantes: Okuri Ashi Harai frente a Okuri Ashi Harai desde la izquierda
3ª Acción General Invariantes: Ko Soto Gari frente a Ko Soto Gari lado izquierdo

El kuzushi no es necesario para este grupo. Es posible lanzar a alguien en una posición quieta o de movimiento lento como una situación de enseñanza, mediante De Ashi Barai o Uchi Mata (por ejemplo) sin agarres y luego sin desequilibrio. (Cierto, ¡pero por sentido común!). Debido a que los agarres son responsables, entre otras funciones, de la aplicación en el cuerpo del Uke de las fuerzas de desequilibrio, esta notación subraya que, teóricamente hablando, los Lanzamientos en Pareja son las principales técnicas de lanzamiento elegibles para un Judo Límite Sin Agarres

Grupo de palancas

Por otro lado, los lanzamientos de palanca dependen en gran medida del kuzushi, y esto significa que dependen estrictamente de los agarres y su acción de desequilibrio. En otras palabras, las técnicas de grupo de palanca no son elegibles para un Judo Límite sin agarres. En general, considerando los grados de libertad conectados a las cadenas cinéticas superiores, relacionadas con el movimiento corporal, se entiende fácilmente que todo el movimiento potencial en los Invariantes de Acción Específica, para la cadena superior, en las acciones de Kuzushi están conectados a los tres grados de libertad del hombro (articulación glenohumeral, acromio clavicular, esternoclavicular, escápulo costal).

Por otro lado, la parte más importante de las acciones inferiores está a cargo de dos articulaciones de cadera y rodilla, menos parte del sistema pie/tobillo (la primera para ajustar mejor su cuerpo en relación con el cuerpo de Uke, y la segunda para aplicar el único punto de apoyo en la palanca).

El análisis biomecánico nos asegura que la fase de Kake, para las técnicas de la palanca física, es el resultado del trabajo interconectado realizado por ambas cadenas cinéticas en diferentes pasos de tiempo:
1) Al principio, la cadena superior comienza el desequilibrio y abre espacio para que el cuerpo se apodere del adversario,

2) luego se aplica la Acción General Invariante
3) Son seguidos armónicamente por el trabajo conectado de los Invariantes de Acción Inferior y Superior a través de los músculos abdominales y del tronco.

Estas técnicas necesitan más habilidad en los movimientos relacionados con las cadenas armónicas que las técnicas de pareja; de hecho, a menudo, son ineficaces debido a una falta de armonía en uno de los movimientos anteriores que son capaces de detener el resultado del lanzamiento. En términos de biomecánica, por ejemplo, la misma Acción General Invariante (rotación completa) como movimiento de acortamiento de distancia (considerando solo las cadenas inferiores) se divide en tres acciones diferentes de la cadena inferior de arriba hacia abajo, en tres técnicas bien conocidas: Seoi nage de pie, Seoi Otoshi y Suwari Seoi. Todos los movimientos de Kuzushi-Tsukuri fluyen hacia la fase Kake de aplicación física de la palanca con el brazo variable, desde el que más energía desperdicia hasta los menores



Fig 8.2.c.d.e. Inferior Chain Action Invariant (Seoi); Inferior Chain Action Invariant (Seoi Otoshi) (Finch); Inferior Chain Action Invariant (Suwari Seoi)

La presencia de movimientos interconectados hace que esta técnica sea más compleja biomecánicamente hablando, aún con base al principio físico implicado para su aplicación útil, sea cual sea la velocidad de cambio que tenga una pareja de atletas en competición, y estas técnicas necesitan ser aplicadas a un tiempo de parada (muy corto). Para estas técnicas, si el Kuzushi es esencial, los agarres también lo son (Sentido común). Pero si hablamos en términos de Biomecánica, es interesante, recordando la relatividad galileana, pensar que los agarres son para estas técnicas un enfoque "necesario" de la interacción. Esto significa que el contacto, conectando los dos cuerpos en una unidad completa, es esencial para aplicar las fuerzas al lanzamiento, pero la conexión podría lograrse no solo por dos sino también por un solo lado. En otras palabras, lo primero que hacen los agarres es conectar a dos atletas en un Sistema de Pareja cambiando su situación de equilibrio. Si alguien agarra al oponente y el oponente no lo hace, de todas maneras, están conectados en un Sistema de Pareja de Atletas. La conexión está asegurada por el punto de contacto, no solo por nuestras manos, sino también por las manos del oponente solamente. Entonces, desde este punto de vista: si el agarre se logra con una mano del oponente, los dos cuerpos están "de tal manera" conectados, y para el atleta conectado sin agarrar, es posible, utilizando la conexión del oponente fortalecida por sus manos en el brazo de agarre (si el agarre no es fuerte, el oponente podría abrir la mano y resolver la conexión) aplicar técnicas de lanzamiento utilizando el peso de su propio cuerpo (Tai Sabaki interno bajando el centro de masa) como fuerza de desequilibrio y lanzamiento en la dirección del brazo de agarre.

Por lo tanto, los agarres son herramientas con muchas funciones. Enumeramos los más importantes entre los muchos roles que pueden desempeñar en las competiciones de alto nivel:

1) Rol de conexión: al principio, conectan a los dos atletas en un sistema, el Sistema de la Pareja de Atletas.

2) Papel impulsor: ellos, mediante la actividad de empuje/tracción, permiten conducir al oponente en una posición potencialmente favorable.

3) Papel estimulante: mediante acciones oportunas de empuje/atracción para tratar de producir buenas oportunidades mediante reacciones anticipadas.

4) Papel de acortamiento: mediante acciones correctas acortan la distancia entre los atletas, lo que permite un posicionamiento útil del tsukuri.

5) Función de alerta: se pueden utilizar para recibir de los movimientos del cuerpo adversario alerta sobre su acción de ataque.

6) Rol de asesor: también pueden recibir información del cuerpo del adversario sobre sus movimientos.

7) Rol de dominio: dominan la distancia en el sistema de Pareja de Atletas.

8) Rol de ralentización: son capaces con el peso corporal (herramienta japonesa) o con la posición del cuerpo curvado (herramienta rusa) de ralentizar la velocidad de movimiento de los oponentes.

9) Rol creador: pueden crear formas innovadoras o caóticas de lanzamientos transfiriendo fuerzas en direcciones no tradicionales o no racionales por los brazos (Invariante de Acción Específica Superior).

10) Rol de evitación: para evitar la técnica de ataque del adversario utilizando su ímpetu para lanzarlo (por ejemplo, Uchi Mata Sukashi)

11) Rol de destrucción: para destruir al oponente tentativo de construir una técnica de ataque

12) Rol activo: transferir al cuerpo del competidor un impulso para realizar técnicas de lanzamiento por los brazos (Acción Específica Superior Invariante).

13) Rol pasivo: para detener el ímpetu y el movimiento del competidor durante su técnica de lanzamiento.

De la línea anterior sobre desequilibrio y la rotura de simetría, se puede inferir que la forma más efectiva de aplicar técnicas de Palanca en situación límite “sin agarre” en competición real es la aplicación rotacional.

"Judo sin agarres".

Planteamiento teórico básico

En el judo hay cuatro situaciones que se pueden identificar no solo como tiempo de intervalo durante la evolución de la competición, sino también como un espacio de ataque que separa a los oponentes y, posteriormente, por una especie de agarres que los luchadores pueden aplicar:

I. Los atletas se separan en situaciones de no agarre.
II. Agarre con una sola mano.
III. Empuñaduras clásicas a dos manos.
IV. Agarre con posición flexionada.

La primera situación hoy, con las últimas reglas de arbitraje, es el área especializada en la pelea de agarres. La lucha con agarre es un amplio campo de estudio profundo en la Federación Nacional, pero en las competiciones de alto nivel, también es, más a menudo, la parte más aburrida. Por esta razón, las reglas del arbitraje consideran shido (infracción menor) si la pelea por el agarre es demasiado larga. El Dr. Kano subrayó el concepto de "Ju" en el uso de la fuerza del oponente, y en el texto, se muestra una forma más sutil de superar esta fase aburrida con la aplicación en un significado más general del concepto "Sen No Sen".

Esta forma especial se aplica a menudo a esta situación específica como una herramienta muy eficaz y útil por algunos campeones coreanos y hoy en día también se aplica por atletas europeos como los competidores franceses u holandeses. La amplia área de aplicación del judo sin agarres es obviamente el período de transición entre los no agarres y los agarres

estabilizados; en otras palabras, cada vez después de la aplicación mate. El enfoque teórico básico se basa en el significado de la conexión y la física de dos cuerpos.

• Cuando un atleta agarra al otro con un brazo

• Cuando ambos atletas están agarrados con las dos manos

Si consideramos la Interacción (acción de lanzamiento), entonces debemos analizar un sistema articulado de dos cuerpos moviéndose en los tres planos de simetría Sagital, Transversal, Frontal. De destacar, la mejor manera de asegurarse de anotar es la acción de lanzamiento aplicada con rotación interna con respecto al agarre del brazo del adversario, de tal manera que bloquee el brazo de agarre. Tori se asegura a sí mismo de que Uke no puede usar este brazo para detener la acción de lanzamiento, (normalmente para Tori estos movimientos son un ejemplo: para el brazo tsurite derecho de Uke, en el sentido de las agujas del reloj y para el brazo tsurite izquierdo de Uke en el sentido contrario a las agujas del reloj).

Reevaluación biomecánica

Encontrando una forma no tradicional de hacer judo, tratamos de encontrar una forma "original" de la biomecánica de aplicar la física en situaciones no estándar de alta transitoriedad. La conexión es un concepto muy simple. "Conectar" en el sentido del judo significa unir los cuerpos de dos atletas por sus agarres, pero si pensamos que solo un brazo que se une con un agarre a los dos cuerpos es un puente real entre ellos, esto significa conectar. En tal caso, si el atleta agarrado evita que el desprendimiento de agarre del adversario bloquee el brazo que lo agarra, puede lanzar al adversario sin tomar un agarre estabilizado de judo habitual. La fuerza de desequilibrio será transmitida al adversario por su brazo puente. Eso es "judo sin agarres" o Sen No Sen con agarres, fue aplicado principalmente por los atletas coreanos hace años, hoy en día en muchas variaciones diferentes, pero con el mismo principio. Es de conocimiento común de muchos atletas hábiles en el mundo, gracias al análisis de combates. En efecto, durante la fase de transición del primer contacto, que puede suceder una y otra vez durante una competición, se aplica *sen no sen* en los agarres. No es necesario agarrar un kumi kata conocido (clásico o no) al adversario, pero es suficiente establecer contacto (en un sentido amplio) con el cuerpo adversario; si esto sucede, uno de los dos atletas puede aplicar una técnica de lanzamiento de palanca.

Por otra parte, siempre durante el primer tiempo de contacto, si los atletas están especializados en lanzamientos de pareja, solo necesitan acortar la distancia para aplicar la pareja de fuerzas sobre el cuerpo del adversario. El análisis biomecánico asegura que la rotación del cuerpo a la derecha o a la izquierda para aplicar técnicas de palanca es el denominador común de estos lanzamientos ligados a una colisión cuasi-plástica y un salto hacia abajo. En ocasiones también se permite la aplicación rápida y totalmente rotacional de estas técnicas utilizando como contacto rodear el cuerpo del adversario con los brazos. Para que las técnicas de pareja sean más fáciles, la acción es solo acortar la distancia y aplicar la pareja de fuerzas.

Aplicación práctica en competición de alto nivel

Todas las tácticas descritas anteriormente se aplican siempre en las competiciones de alto nivel como un *sen no sen* en el agarre de los adversarios. En efecto, la forma más sutil de aplicar el Sen No Sen, en tal situación, es lanzar sin agarre, usando el agarre del oponente que le permite mantenerse conectado.

Un experto muy inteligente en este enfoque fue Won Hee Lee de Corea, quien aplicó este método muchas veces. Lee, sincronizando, hace el espacio correcto con Tai Sabaki interno (Invariante de Acción General basado en Hando No Kuzushi), estabiliza su contacto, utilizando el bien conocido: dos manos contra un agarre de brazo para fortalecer la conexión, y lanza a los oponentes en armonía con el contacto de las dos manos como se muestra en las siguientes secuencias. No importa la técnica. Cada uno puede aplicar su técnica preferida en una situación específica (obligatorias son las pertenencias del Grupo Palanca). El Tai Sabaki interno sigue más a menudo el tirón de los oponentes y, con él, el atleta acorta la distancia y establece su cuerpo para la acción de lanzamiento. Si el atleta realiza Tai Sabaki externo, evita la acción de los oponentes (perdiendo algo de tiempo) y puede aplicar algunos lanzamientos grupales en pareja como el

Uchi Mata Innovador. Las estrategias de evitar y formar Sen No Sen también dependen del peso y la velocidad y habilidad personal de los atletas. Un entrenamiento oportuno y ad hoc de estas situaciones sería útil para aplicarlas cuidadosamente en la competición real.

Tactical application of Lever throws at first contact



Fig 8.2. f.g.h.White grips straight left hand, Lee Attacks two against one hand jumping with left Tai Otoshi



Fig 8.2.i.j.k White grips right from the top. Lee attacks two against one hand right Suwari Seoi



Fig.8.2. l.m.n. Blue cross grips Lee's left side, and Lee attacks two against one hand right Tai Otoshi



Fig.8.2.o.p.q.r.s. Tactical application of O Soto Makikomi at First contact, blocking the one Tsurite arm contact



Fig.8.2.t.u.v.w.z.x. Oblique Suwari Seoi tactic applied at First Contact, gripping the left Tsurite adversary's arm.



Fig 8.2.α.β.γ.δ.ε.ζ.η.θ.ι.κ. Hiza Guruma Rotational application at first contact

Application of Couple Group Tactic at first contact



Fig 8.2.aa.bb.cc.dd.ee.ff.gg.. Shortening forward distance and Couple application in the Frontal Plane at First Contact Tsubame Gaeshi

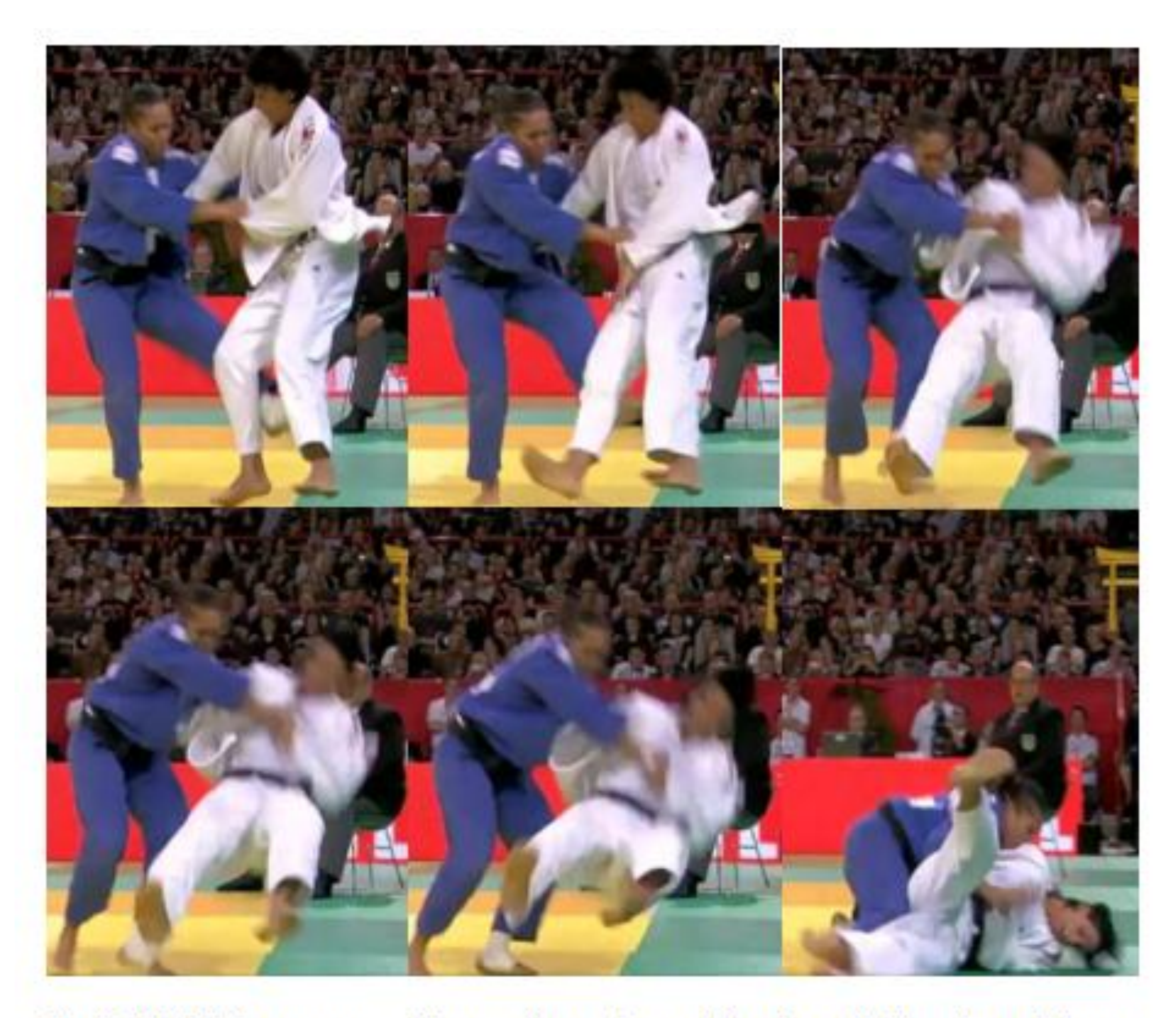


Fig 8.2.hh.ii.ll.kk.mm.nn.oo. Distance Shortening and Couple applied in a frontal plane at First Contact



Fig8.2.pp.qq.rr.ss.tt.uu.vv.zz.ww. Couple Application in the frontal Plane at First Contact



Fig 8.2.α.β.γ.δ.ε.ζ.η.θ.ι.κ.λ.μ. Shortening distance and Application of Couple forward in the sagittal plane with clockwise rotation at First Contact. Rotational Harai Tsurikomiashi

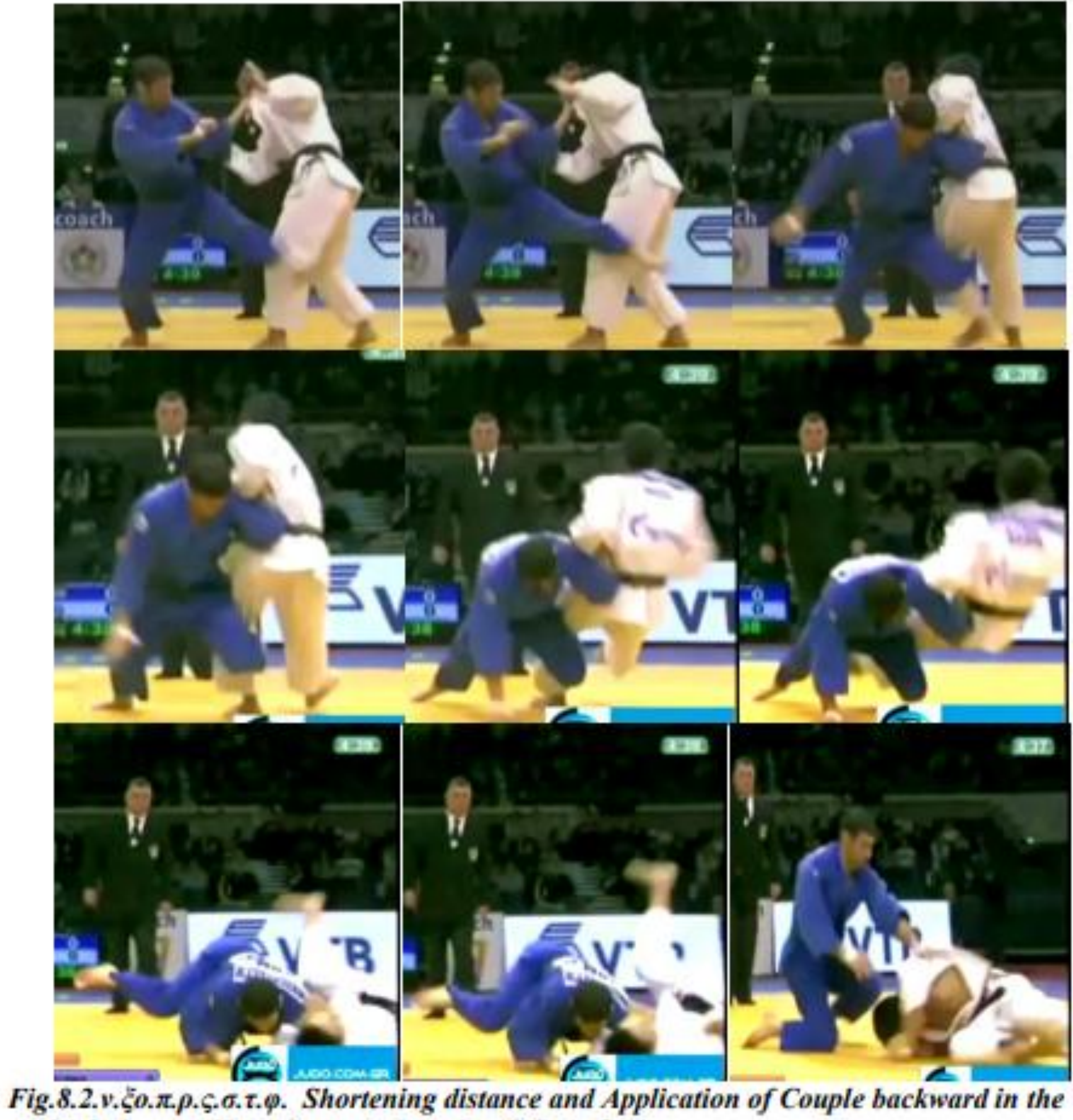


Fig.8.2.ν.ξο.π.ρ.ς.σ.τ.φ. Shortening distance and Application of Couple backward in the sagittal plane at First Contact -Jumping O Soto Gari.

8.3 Ruptura de la simetría e historias relacionadas

El judoka de pie suele tener dos pies en contacto con el suelo. Si los pies están muy juntos, se sienten menos estables que cuando los pies están separados: aumentar la distancia entre los pies aumenta lo que se denomina base de apoyo, definida como el área dentro de un contorno de todos los puntos de contacto con el suelo. La importancia de la base de apoyo en la determinación de la estabilidad del judoka y su capacidad para moverse con eficacia es el fundamento básico del Judo en el párrafo 1.1.6; 1.1.8; 3.1; 3.2. Ya hemos hablado de la locomoción especial del judo y del equilibrio básico y avanzado del judoka.

En situaciones de contacto inminente, tratamos de mejorar nuestra estabilidad. Cuando queremos movernos rápidamente, intentamos aumentar nuestra movilidad. En preparación para el contacto inminente de un oponente, un judoka intentará fortalecerse ampliando su base de apoyo y doblando las rodillas. Si, por el contrario, el deportista decide evitar la colisión por lanzamiento, adoptaría una postura corporal diferente que mejoraría su movilidad. Desde el punto de vista mecánico, cinco factores determinan el nivel de estabilidad y movilidad:

– Tamaño de la base de apoyo en la dirección de la fuerza o fuerza inminente.

– La altura del centro de gravedad sobre la base del apoyo

– Ubicación del centro de gravedad de la proyección dentro de la base del apoyo

– Peso corporal.

– Fricción.

En resumen, la alta estabilidad (baja movilidad) se caracteriza por una gran base de apoyo, un centro de gravedad bajo, una proyección centralizada del centro de gravedad dentro de la base de apoyo, una gran masa corporal y una alta fricción en la interfaz del suelo. Por el contrario, la baja estabilidad (alta movilidad) se produce con una pequeña base de apoyo, un centro de gravedad alto, una proyección del centro de gravedad cerca del borde de la base de apoyo, una masa corporal pequeña y una baja fricción

En el judo, como vimos, si no es posible aplicar el concepto de desequilibrio de Kano, como en el caso de que la parte superior del cuerpo del oponente gire o se incline hacia un lado, es necesario considerar el concepto de simetría de ruptura, conectado con el matiz de estabilidad y movilidad, De hecho, cuando COM cambia y cambia de posición dentro del cuerpo, tanto la estabilidad como la movilidad del cuerpo se ven alteradas. "Romper la simetría" cambia la estabilidad del cuerpo y ralentiza la capacidad del oponente para cambiar y evitar, lo que facilita la aplicación de un lanzamiento exitoso. La explicación biomecánica divide el concepto avanzado de kuzushi en dos pasos: primero, antes de ralentizar al oponente rompiendo su simetría aplicando el tiempo perfecto y luego siguiendo este paso, se producirá una colisión corporal, lo que ayuda a los movimientos de lanzamiento.

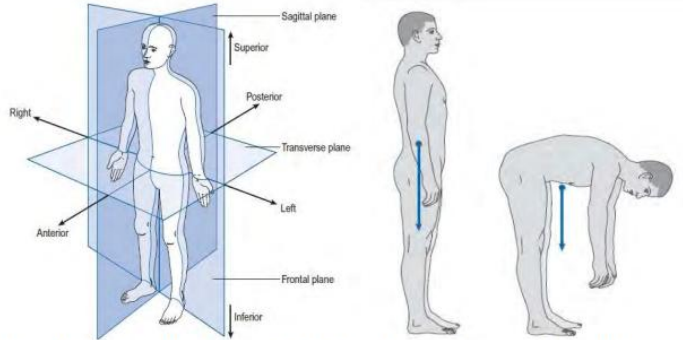


Fig. 8.3.a.b: The human body's planes of symmetry. The centre of mass (COM) inside and outside the body.



Fig8.3.c. Bad management of Symmetry by white Athlete



Fig.8.3.d. God management of Symmetry by both Athletes



Fig.8.3.e. Bad management of Symmetry by both Athletes

8.4 Cómo mejorar la efectividad en un ataque directo

Mejora rotacional

Teniendo en cuenta las dos herramientas biomecánicas que son la base física de los lanzamientos de judo, es posible obtener dichos resultados a partir del análisis de aplicaciones de alta competición.

Las técnicas de palanca se mejoran en su eficacia de cuatro maneras:

1. Los movimientos de rotación, estrictamente ligados a la mecánica de las técnicas de palanca para conseguir la victoria (Ippon) en competición, pueden extenderse a la fase de desequilibrio (Kuzushi)

2. Los movimientos de rotación se pueden aplicar de una manera totalmente nueva, eliminando incluso el desequilibrio que es básico en las técnicas de Palanca.

3. La herramienta de palanca se puede hibridar con la aplicación de un par para reducir el consumo de energía y superar una fuerte resistencia defensiva.

4. Zambullida: Tori mejora más a menudo su técnica mediante una colisión y una inmersión simultánea de su cuerpo en el tatami.

Las Técnicas de Pareja de fuerzas se ven reforzadas en su eficacia también de tres maneras:

1. La herramienta Par de fuerzas en principio, no necesita un desequilibrio, permitiendo que el cuerpo del uke gire alrededor de su centro de masa; se mejora utilizando las direcciones de resistencia más pequeñas del cuerpo del Uke (normalmente resumidas en ataques diagonales).

2. Los movimientos de rotación vertical en el plano transversal con el eje en el plano sagital se pueden sumar a la aplicación de Pareja con Rotación Transversal, un eje en el plano frontal para vencer algunas resistencias defensivas, principalmente en el grupo de tronco y pierna de las técnicas de Pareja (como Uchi Mata u O Soto Gari).

3. Los movimientos de rotación pueden mejorar la acción de lanzamiento cambiando la mecánica interna de la pareja en palanca aplicando un par, con el cambio de dirección de una fuerza o el retardo de tiempo de su aplicación.

El movimiento angular es el movimiento de rotación. Cuando un atleta gira, siempre gira alrededor de un eje. En la lucha de judo, el eje es siempre imaginario, como cuando el cuerpo gira en el aire, libre de apoyo o alrededor de sí mismo. En este último caso, el eje de rotación pasa por el centro de masa del cuerpo. El centro de masa se mueve dentro del cuerpo cada vez que el cuerpo cambia de forma. Si los brazos se elevan por encima de la cabeza, o una pierna se eleva más alto, o el tronco se dobla, el centro de masa se aleja de la posición original hacia el cuerpo. Cuando el cuerpo del atleta está en el aire girando, siempre gira alrededor de su centro exacto, sin importar dónde se encuentre ese centro. Los conceptos de movimiento angular son como el movimiento lineal, pero los términos cambian para identificar una asociación con la rotación específicamente. Todavía se necesita fuerza para vencer la inercia y producir impulso.

Se llama Torque al momento de la fuerza (M = F*d) que produce la rotación. El torque es necesario para rotar un cuerpo. Si sobre el cuerpo del atleta actúan dos fuerzas paralelas iguales y opuestas, hablamos de Par (de fuerzas). Además, una pareja puede rotar un cuerpo. En lugar de tener que vencer la inercia simple (peso o masa), en una situación de rotación, debe vencer la inercia angular. No sólo la masa resiste el movimiento, sino que también cuando se intenta girar un cuerpo, la longitud o la distancia del cuerpo influye en su resistencia al giro. Cuanto más largo o distante está el centro de masa del cuerpo, más difícil se vuelve girar el cuerpo. Por lo tanto, en la aplicación rotacional del judo, hay dos factores que constituyen la inercia angular de un cuerpo: la masa y la longitud o distancia del cuerpo desde el eje de rotación. En general, habrá más inercia angular (más resistencia al par o fuerza angular), cuanta más masa contenga el cuerpo y más larga será cuando se aplique el par o el par. Una vez que se aplica una fuerza (torque) de magnitud suficiente (suficiente para superar la inercia angular) a un cuerpo, se producirá el momento angular. La cantidad total de momento angular dependerá de la inercia angular (es decir, cuánta masa y qué tan distante está el cuerpo) y la velocidad (velocidad angular) a la que gira el cuerpo. Es importante entender cómo se creó Torque. El cuerpo del atleta puede rotar o por una combinación de dos fuerzas (en términos físicos, un par), o aplicando lo que se llama una fuerza excéntrica (es decir, una fuerza que no se dirige a través del centro de gravedad de un cuerpo) utilizando un sistema de palanca alrededor de un eje de giro (punto de apoyo).

Es importante darse cuenta de que todas las variaciones del momento angular se crean mientras el cuerpo del adversario todavía está en contacto con el suelo, es decir, en el momento del despegue. Este momento angular es producto de la inercia angular (masa y la distancia del cuerpo al cuerpo Tori como fuerza activa) y la velocidad angular creada. Una vez en el aire, es imposible para Uke cambiar su momento angular. La aplicación rotacional es, tanto desde el punto de vista energético como biomecánico, la aplicación más efectiva de los lanzamientos de judo. Es bien sabido, desde la biomecánica del judo que, para las técnicas de lanzamiento de un par de fuerzas, que son energéticamente convenientes con respecto al grupo de palanca, idealmente, el cuerpo del Uke gira alrededor de su Centro de Masa. En efecto, si el atleta se queda quieto, la aplicación de Cupla sobre el cuerpo no produce aceleración en el centro de masa porque:

$$a_{CM} = \frac{\sum F}{\sum m} \; but \; \text{int}\, o \; a \; Coupleis \sum F = 0 \; then \quad a = \frac{0}{\sum m} = 0$$

Si el atleta se mueve, con velocidad constante W_k, o aceleración β, ni la velocidad ni la aceleración cambian con la aplicación de un par de fuerzas en su cuerpo, sino que el cuerpo se mueve con la misma velocidad o aceleración girando

alrededor de su centro de masa. Por otro lado, durante la aplicación de los lanzamientos de palanca, tanto el Centro de Masa como el cuerpo de los atletas se mueven en el espacio. Sin embargo, la rotación es esencial y ya está presente en las técnicas clásicas de lanzamiento de judo porque la necesidad de lanzar sobre la espalda al adversario para el reglamento obliga a Tori a aplicar una rotación final o un movimiento de rotación completo para obtener la victoria en la competición.



Fig 8.4.a.b.c.d Aplicación clásica del movimiento giratorio vertical para Ippon por Suwari Seoi

Las aplicaciones rotacionales son útiles también para gastar menos energía y para superar las capacidades defensivas naturales del cuerpo. La base de este trastorno se basa tanto en la confirmación mecánica del cuerpo humano como en las leyes de la física newtoniana. Es interesante destacar que el cuerpo del atleta no es capaz de defenderse tanto de la aplicación diagonal como de la rotacional de las fuerzas de lanzamiento. La estructura muscular es incapaz de resistir las fuerzas diagonales/rotacionales, y el cuerpo humano es incapaz de resistir tanto contra tales solicitaciones. Algunas aplicaciones rotacionales caen en la construcción innovadora y caótica de lanzamientos. Hay demasiadas formas de aplicar fuerzas de rotación en los sistemas de la pareja de atletas. Quizás este fue el primer escollo que detuvo este tipo de enfoque después de la muerte de Kano.

El complejo rotacional podría organizarse sobre muchas bases, pero la base mecánica de las técnicas de lanzamiento de judo nos ayuda a elegir la forma correcta de construir estas nuevas técnicas innovadoras o caóticas. Para aplicar técnicas de rotación útiles, es esencial estudiar el movimiento del Centro de Masa; entonces, estas nuevas técnicas deben empujar el Centro de Masa Corporal a lo largo de caminos circulares o pseudocirculares.

Modificación rotatoria de las técnicas de pareja

Como se dijo anteriormente, los movimientos rotatorios ya están presentes en la parte final de algunos lanzamientos de pareja. Ahora es interesante analizar algunas variaciones rotatorias que se utilizan en competición para mejorar la efectividad de estas técnicas. Una pregunta es, ¿cuál es la mejor manera de identificar la variación rotatoria efectiva en el grupo de parejas? La respuesta sería considerar las incapacidades defensivas de los cuerpos de los adversarios. La única forma correcta, biomecánicamente hablando, es evaluar la estructura del cuerpo humano. Analizar la estructura del cuerpo humano significa seleccionar la dirección en la que la estructura muscular es menos capaz de resistir la fuerza de lanzamiento aplicada por Tori. Identificar estas debilidades ayuda a identificar las trayectorias de un mejor uso de la energía que se puede convertir en trayectorias del centro de masa del adversario en el espacio.

La última afirmación, teniendo en cuenta la mecánica interna de las técnicas de grupo de pareja (rotación del cuerpo de Uke alrededor de su centro de masa), significa aplicar una rotación especial adicional que mejore la efectividad de los lanzamientos. Otra forma es hibridar la mecánica de la pareja en la palanca mediante la aplicación no simultánea de la cupla. La reanudación de la aplicación rotacional de las técnicas de Grupos de cupla requiere un cambio severo en su

aplicación y en su naturaleza para mejorar su efectividad en algunas situaciones especiales. Durante la aplicación de las técnicas de lanzamiento, es importante recordar la importancia de la cabeza y el cuello de Tori para definir la dirección del lanzamiento. Estos movimientos están gobernados por el sistema vestibular, los reflejos propioceptivos del cuello y la mecánica del sistema.

Todas las técnicas de lanzamiento de los grupos de parejas aumentan su efectividad en el sentido rotatorio sólo con cambios drásticos en su aplicación, o modificando la dirección, o aplicando un movimiento giratorio consecutivo especial, o variando la mecánica interna de las técnicas. Analizaremos tres casos.

- En el primero, aplicando cuplas en direcciones diagonales específicas.



Fig.8.4.e.f.g.h. Aplicación diagonal de algunos lanzamientos Innovadores en pareja: O Uchi Gari, No Name, Ko Uchi gari, Harai Goshi. (muchos lanzamientos son con makikomi/zambullida)

- El segundo es la aplicación de rotación consecutiva en el plano de simetría transversal (horizontal) para mejorar la efectividad de las técnicas de pareja aplicadas por el tronco y la pierna. En este grupo es posible encontrar dos de los lanzamientos más utilizados, Uchi Mata y O Soto Gari que, biomecánicamente hablando, son la misma forma básica de aplicar la Herramienta de cupla, aunque la visión japonesa clásica mira dos movimientos o técnicas diferentes, existen las mismas formas básicas de aplicar la Pareja en el grupo de piernas del tronco, como O Soto Gari y Uchi Mata. los diferentes nombres provienen de la diferencia frontal y posterior de Uke.



Figura 8.4.i.k.l.m. Movimientos de rotación vertical en el plano transversal con el eje en el plano sagital, aplicados por Tori, ayudando a la acción de lanzamiento en Uchi Mata. La biomecánica ayuda a inferir que el mismo truco podría aplicarse a O Soto Gari.

- El tercero es conducir el centro de masa de Uke a lo largo de trayectorias circulares y pseudocirculares. Recordando la mecánica básica, la aplicación de la herramienta de Pareja asegura que el cuerpo del Uke se mueva alrededor de su Centro de Masa sin traslación en el espacio. El movimiento del centro de masa en el espacio es el rasgo de la aplicación de palanca que, biomecánicamente hablando, es la aplicación de un par y no un par en el cuerpo del Uke. Llevar a cabo la tercera afirmación significa cambiar la mecánica interna de esta clase de técnicas de Judo.

¿Cómo es posible realizar este cambio? ¡Fácilmente en dos pasos!

1) La mecánica de la técnica puede ser cambiada de Pareja a Palanca, retirando una de las fuerzas de la cupla. La aplicación simultánea en el cuerpo de fuerzas iguales hace una pareja/cupla, pero la aplicación en diferentes tiempos de las mismas fuerzas iguales en el cuerpo hace una palanca. Luego, trasladar el Centro de Masa a lo largo de algunos caminos pseudo-circulares aplicando dos veces las fuerzas de la cupla puede mejorar la efectividad de algunas técnicas. En efecto, recordando que la cupla es la aplicación simultánea de dos fuerzas paralelas iguales y opuestas. Si el Atleta aplica las dos fuerzas de forma no paralela o con un retardo de tiempo sensible, la mecánica de los lanzamientos cambia de Pareja a Palanca. Esto sucede especialmente con la aplicación de la mejora rotacional en competición con la rotación vertical en el plano transversal y el eje de simetría en el plano sagital (aplicación rotacional a técnicas como Ko Uchi Gari, O Uchi Gari, Okuri Ashi, De Ashi, etcétera) que más a menudo son aplicadas instintivamente por los atletas en competiciones de alto nivel.

2) La diferente situación dinámica que ayuda al cambio de una de las fuerzas de la cupla, en un segundo momento, el cambio de la mecánica de las técnicas debe ser considerado, a veces, no es una mejora muy efectiva de la cupla, sino que surge una variación de la dinámica específica de la situación. La mecánica de la técnica se puede cambiar de Pareja a Palanca cambiando también una de la dirección de la fuerza de Pareja.



Fig8.4.o.p.q.r.s.t. La aplicación en dos tiempos de las fuerzas de pareja impulsa el centro de masa de Uke junto a lo largo de una trayectoria pseudocircular. Es un lanzamiento de palanca rotacional muy efectivo nacido tanto de De Ashi Arai como de O Uchi Gari.



Fig.8.4.v.w.x. Aplicación de ataque diagonal y cambio de dirección de una fuerza de pareja cambia del ataque de pareja O Soto Gari al ataque de palanca O Soto Otoshi.

Variación rotacional de las técnicas de palanca

Esencialmente, las técnicas de pareja en la competición se basan en la aplicación "simple" y sin coordinación de pareja por brazos y piernas en el triple plano de simetría del cuerpo humano. La aplicación de la Energía Rotacional en las técnicas de Palanca, debido a su esencia mecánica, es más compleja que la aplicación en las técnicas de Pareja porque, en el sistema de Palanca, hay más grado de libertad. Para este tipo de técnica, la complejidad del movimiento y la mecánica de los lanzamientos también fluyen en un mayor consumo de energía. Un enfoque biomecánico correcto sugiere que, debido a que la interacción entre atletas es un proceso dentro del Sistema de Pareja de Atletas, es necesario romper el sistema y analizar a Tori y Uke como cuerpos separados. En tal sentido, es necesario considerar el posible eje de rotación conectado a los dos cuerpos. Luego, aplicar una variación rotacional de la técnica de la palanca significa para Tori la oportunidad de rotar en muchas direcciones diferentes y planos de simetría para tomar ventaja de las capacidades defensivas del debilitado Uke. El combate está regido por los brazos de Tori que inducen diferentes distancias entre los dos cuerpos. De tal manera, se determina no solo la masa rotacional del sistema (Momento de Inercia = $M= m \times r^2$), sino que también es la fuerza y energía conectadas. Esencialmente, las técnicas de palanca en la competición se basan en el siguiente movimiento de rotación que se puede cambiar en inclinación, doblando el cuerpo a lo largo de 360° en el plano transversal.

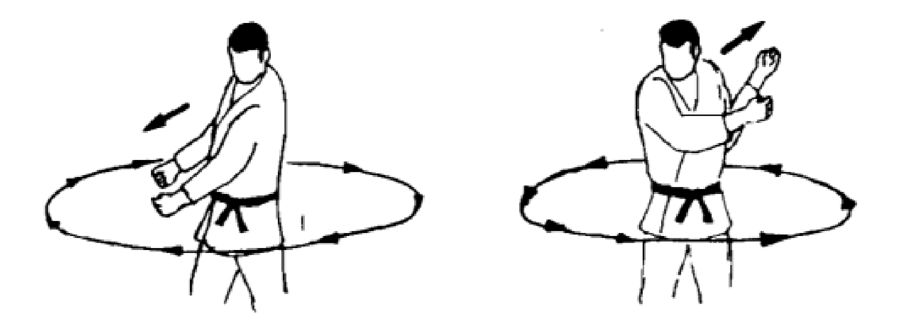
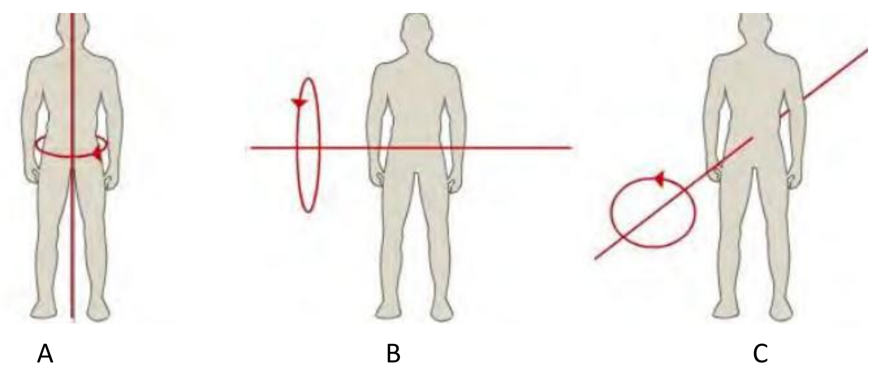


Figura 8.4.y. Movimiento rotatorio básico que está conectado con técnicas de palanca.

La aplicación básica del movimiento de rotación en el grupo de técnicas de palanca siempre está presente en los lanzamientos clásicos, considerando el plano de simetría de Tori tomando un punto de contacto firme (fulcro) en el cuerpo de Uke, son:



A. Rotación vertical, con el eje en el plano sagital

B. Rotación transversal, con el eje en el plano frontal

C. Rotación antero-posterior, con el eje en el plano transversal

Fig.8.4.z. Posibles rotaciones y ejes relacionados.

Normalmente, la aplicación rotacional más clásica fluye de la rotación de Tori alrededor de su eje de simetría perpendicular que se encuentra en el plano sagital de simetría. Eso se clasifica como rotación vertical en la figura anterior A. La mayoría de las técnicas clásicas de lanzamiento de judo pertenecen a este grupo. Entre ellos se encuentra: O Goshi Los diferentes ejes de rotación están presentes en el conocido truco clásico, la aplicación de una rotación antero-posterior

consecutiva C con el eje en el plano transversal. Este truco llamado en idioma japonés Makikomi se aplica a algunos lanzamientos para mejorar la efectividad de la proyección, vea el siguiente grupo de figuras.



Fig.8.4.α.β. Rotación vertical en O Goshi clásico (con inmersión/makikomi?)



Fig.8.4.γ.δ.ε.ζ. Rotación anteroposterior en la escritura clásica Harai makikomi

Mejora de las técnicas de palanca

A partir del análisis anterior, está claro que la mayoría de las técnicas de judo de palanca están conectadas internamente con los movimientos de rotación, debido a las regulaciones de evaluación del arbitraje, entonces, para mejorar la efectividad de las técnicas de palanca, es posible elegir tres formas principales:

1. Hibridación de la mecánica de palanca introduciendo un Par en lugar de un Torque cambiando de esta manera la energía de la técnica.

2. Zambullida/enrollamiento/makikomi: Tori mejora su técnica mediante una colisión y una zambullida simultánea de su cuerpo al tatami, pero la zambullida se utiliza prácticamente en todos los lanzamientos para Ippon.

3. Aplicación de la dinámica rotacional de una forma totalmente nueva, conservando la mecánica de la palanca



Fig.8.4 A.B. Hibridación de la palanca con una cupla.

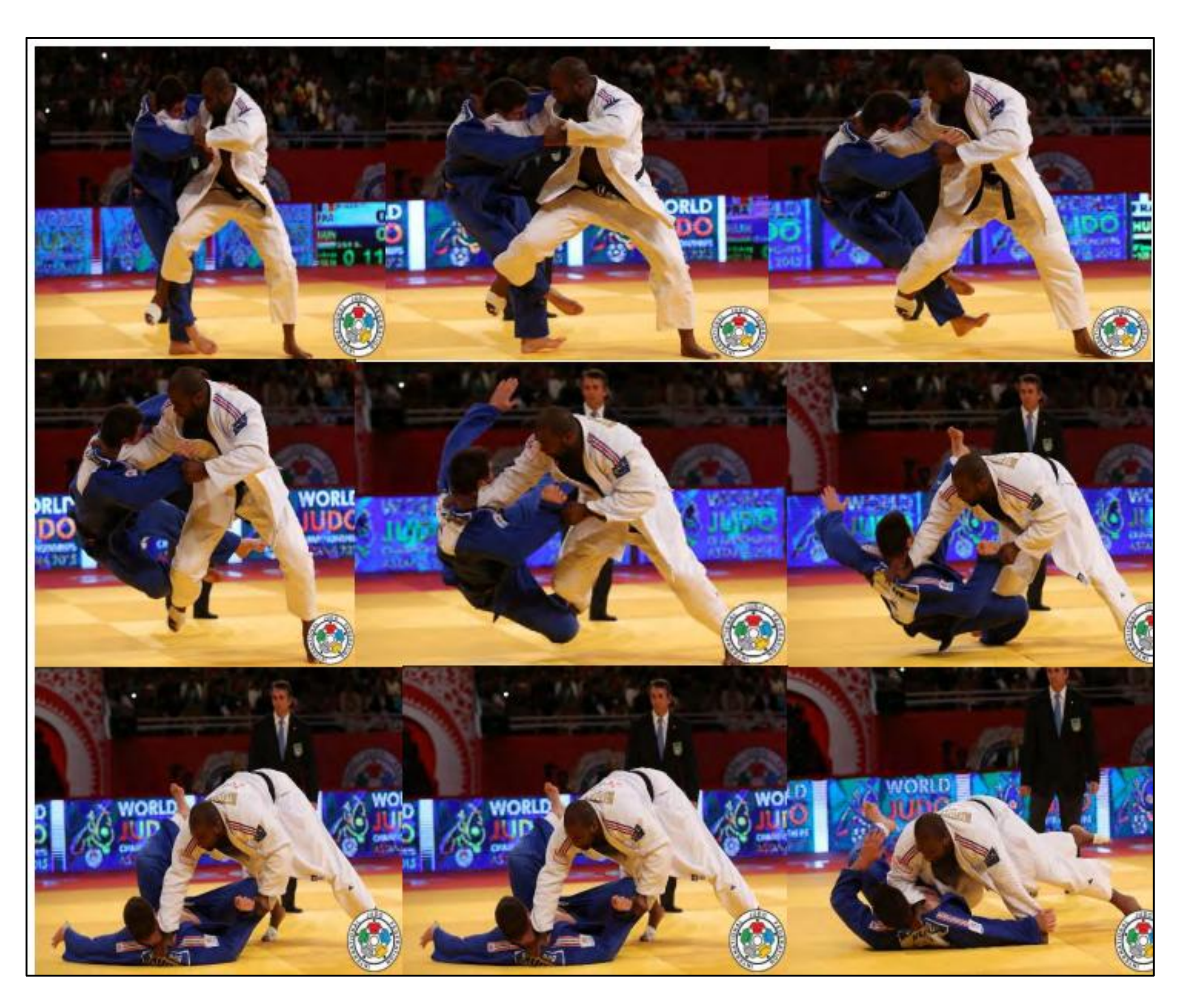


Fig.8.4. G.D.E.Z.H.I.K.L. La inmersión/enrollamiento/makikomi parcial de Tori aplicando una pareja diagonal sobre Uke



Figura 8.4aa.bb.cc.dd.ee. Ejemplo de caída por dinámica de lanzamiento y zambullida para lanzar

.



Fig.8.4.η.θ.ι.κ.λ.μ. La técnica de hibridación con pareja y rotación de la palanca de Hiza Guruma hace que la herramienta de palanca sea menos costosa en términos energéticos

El segundo método para mejorar la efectividad es muy interesante, y se basa en la aplicación rotacional de fuerza completa, como el método de Ueshiba para el Aikido. Incluso si toda la mecánica de la técnica no cambia en absoluto, las técnicas se aplican de una manera totalmente diferente, más efectiva y menos desperdiciadora de energía. La primera mejora importante es que no necesitan desequilibrarse. Lo más importante en estas técnicas de palanca de nuevo estilo es atar fuertemente con un punto de contacto el cuerpo del adversario y girar rápidamente en uno de los tres planos de referencia, manteniendo intacto el punto de contacto. A modo de ejemplo, en la figura se muestra la aplicación de la idea básica y totalmente rotatoria en los lanzamientos clásicos denominados Morote Seoi Nage, que en esta variación podría denominarse como intento de comprensión "Spinning Seoi Nage", esta rotación vertical con el eje en el plano sagital permite que el cuerpo de Uke caiga sin desequilibrarse, lo cual es imprescindible en la aplicación clásica de las técnicas de Palanca, Y también útil en la enseñanza y formación de los niños porque no carga la columna vertebral con un peso pesado. A continuación, se muestran dos aplicaciones de la rotación pura: la primera aplicando un punto de giro durante la rotación a los lanzamientos, la segunda aplicando una rotación pura, manteniendo el punto de contacto firme, como algunos lanzamientos de Aikido.

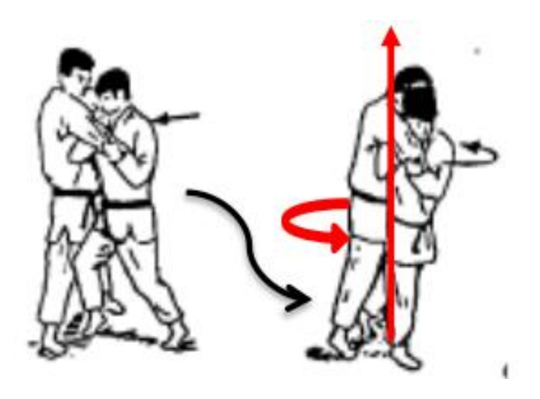


Fig 8.4.v. Seoi giratorio



Fig.8.4.ξ.ο.π.ρ.ς.σ.τ.υ. Rotación Vertical Rápida, con el eje en el plano sagital, utilizando una pierna como punto de apoyo: Lanzamiento caótico - sin nombre.



Fig.8.4.φ.χ.ψ.ω.ϊ.ϋ.ό. Rotación anteroposterior rápida, con el eje en el plano transversal, uniendo firmemente un solo brazo. Mecánica de Palanca (punto de aplicación de fuerza en el brazo izquierdo, punto de parada de fricción bajo los pies) esta técnica está estructurada con la misma mecánica de algunos Lanzamientos de Palanca del Aikido, como Kata te dori ko kyu nage.

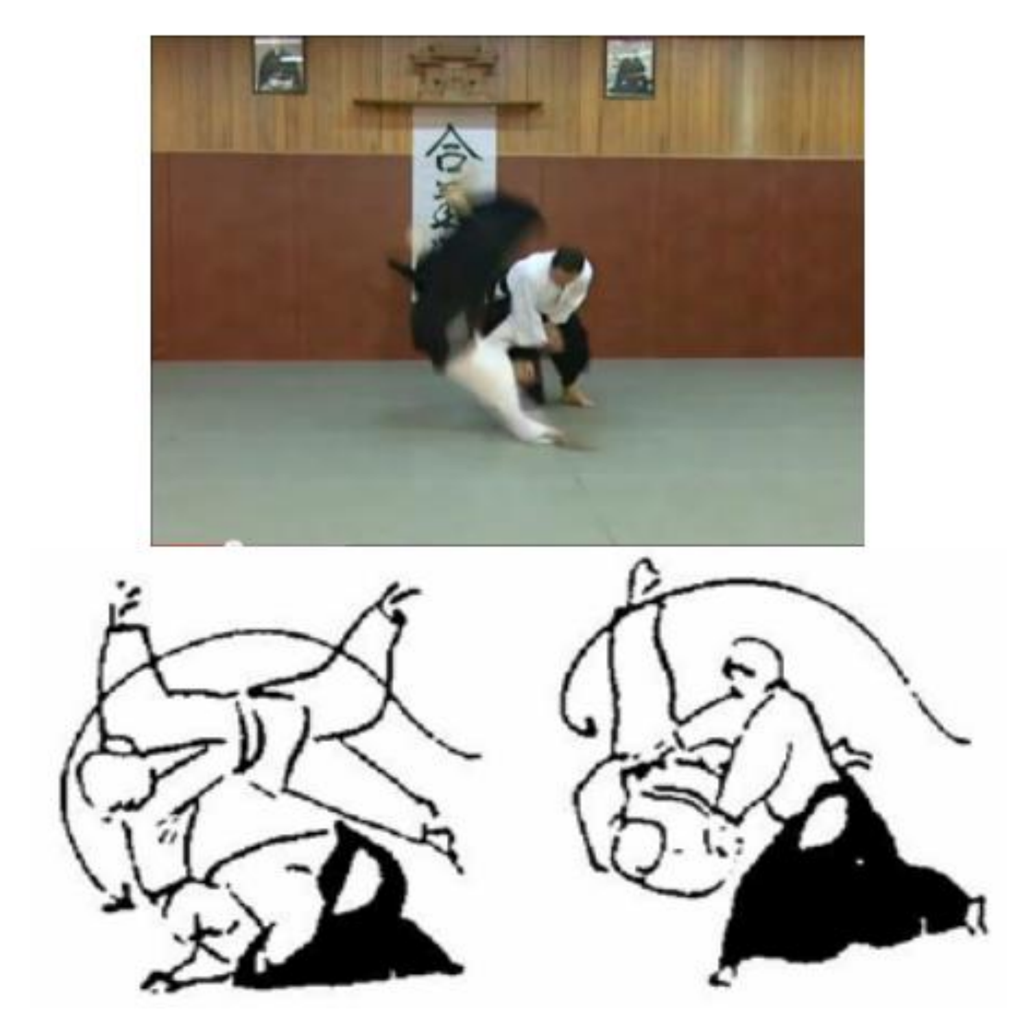


Figura 8.4.AA.BB. Algunas de las respuestas de Kata Te Dori Ko Kyu Nage

8.5. Cómo construir una combinación en competición

Combinaciones

Debido a que no es posible considerar y resolver las situaciones infinitivas que normalmente ocurren en la competición de alto nivel, redujimos nuestro estudio a partir no de muchas situaciones, sino de una definición más general que nos permita un enfoque más flexible. Definimos combinaciones de una clase especial de iniciativa de ataque basadas en la aplicación múltiple de la misma o diferentes técnicas de lanzamiento. En términos biomecánicos, se trata de una combinación lineal con repetición de las dos herramientas básicas a lanzar: Cupla o Palanca; Como Cupla + Cupla; Cupla + Palanca; Palanca + Palanca + Cupla; etc. Desde el punto de vista matemático, la solución de esta combinación lineal es infinitiva. Una vez más, no es posible desarrollar el argumento. Podemos afirmar que, en esta clase en general, es posible encontrar dos áreas principales que llamamos una definición práctica: ataque repetido y combinación sin considerar el número de técnicas aplicadas.

La mejor manera de abordar el argumento es considerar la viabilidad de solo dos lanzamientos conectados. Los ataques repetidos son todas estas acciones de ataque en las que Tori lanza un ataque directo, permitido por Uke, quien evita (o bloquea o aplica un contraataque) para volver a atacar inmediatamente con la misma técnica. Este proceso a veces puede ser útil y puede sorprender a un oponente, especialmente cuando está cansado (final del concurso o durante la puntuación de oro). De hecho, en esa situación, muy a menudo, el oponente retoma erróneamente su posición original, y un segundo

ataque puede desestabilizar a Uke, obteniendo un ippon. Las combinaciones son siempre ataques repetidos aplicados por Tori, pero más a menudo, la combinación es el resultado de una profunda preparación casera en el campo de las tácticas. Tori emprende una serie de acciones, todas con la misma intensidad, concluyendo con una de ellas. El estudio de la combinación está estrechamente relacionado con el mejor aprovechamiento de la ruptura de simetría producida en la postura de Uke. Su desarrollo teórico sería el siguiente: Tori con un ataque real debe provocar una reacción, Uke se flexiona, o gira en una dirección, lo que lo hace vulnerable a diferentes ataques de Tori. Tori al descubrir al instante la vulnerabilidad realiza un ataque obteniendo una proyección.

En las competiciones actuales de alto nivel, los judokas actúan solo de dos maneras: a) usan la combinación en la misma dirección o b) en la dirección opuesta. Estas son el estudio más natural y principal del mundo, pero el concepto de ruptura de simetría necesita un cambio completo de enfoque porque está conectado de una manera más sutil a direcciones que son útiles para tomar la iniciativa y anotar un ippon.

La biomecánica nos permite analizar las propiedades básicas que hay que seguir para obtener la victoria. Si analizamos en profundidad la mecánica básica de las combinaciones a la luz de la Pareja de Atletas, es fácil destacar su íntima conexión con la velocidad de cambio del sistema de la Pareja. Pero, ¿cuál es el principal parámetro biomecánico que nos permite construir combinaciones efectivas? En una situación dinámica, cuando cambia la velocidad de cambio, el único parámetro biomecánico útil es la distancia relativa entre atletas gobernada por el alargamiento de los brazos. De hecho, este parámetro cambia en la función del lanzamiento específico utilizado para obtener más o menos contacto con el cuerpo adversario. En la biomecánica de la Pareja de Atletas, el sistema se puede modelar como un sistema de masa de resorte que cambia la elongación del resorte, la distancia entre los cambios de los atletas.

Ahora es posible comprender la estrecha conexión entre las Invariantes de Competición, la velocidad de cambio, el tipo de lanzamientos (herramienta de lanzamiento biomecánica aplicada) y las direcciones de ataque conectadas. Sobre esta base, es posible agrupar todas las técnicas de lanzamiento en tres clases:

1. Lanzamientos aplicados a una distancia corta (chica ma waza) conectados a la estática o velocidad muy lenta del sistema de atletas,

2. Lanzamientos aplicados a media distancia (ma waza), velocidad normal,

3. Lanzamientos aplicados a larga distancia (to ma waza) de la velocidad normal a la alta del sistema de los atletas.

Es importante recordar que la velocidad de cambio oscila entre 0,2 y 0,5 m/s, y está estrechamente relacionada con las posiciones de los agarres que caen y se clasifican en un grupo de Invariantes de Competición.

Da fermi o a velocità molto bassa.

d < d' Raccolta d << d' Russa d << d' Incrociata

Da bassa ad alta velocità di spostamento.

d = d' Normale d = d' < d'' Diagonale d < d' < d'' Doppia

Fig 8.5.a Grupo de invariantes de competición (posición de agarre en competición) conectado con cambios de velocidad y lanzamientos. Los primeros tres hoy solo están permitidos para ataques instantáneos.

Las técnicas clásicas, innovadoras y caóticas de lanzamiento se pueden analizar no solo sobre la base de la mecánica interna de los lanzamientos, sino también a la luz de la mejor distancia relativa para lanzar y a la luz de la distancia de alargamiento / acortamiento y la posible velocidad de cambio.

Es posible agrupar todas las técnicas en una nueva clasificación operativa basada en la distancia, y esto nos permite encontrar tres grupos específicos (Chica Ma Waza-Distancia corta, Ma Waza-Distancia media y To Ma Waza-Distancia larga). Estos grupos mostraron tanto en el lenguaje normal del judo como en el lenguaje biomecánico los bloques básicos que se podían conectar para construir todas las combinaciones posibles, sin ninguna especificación sobre las direcciones o los ángulos aplicativos.

Clasificación combinativa de los lanzamientos (en función de la distancia de ataque)

Chica ma waza – Distancia corta		**Ma waza – Distancia media**		**To ma Waza – Distancia larga**	
Contacto corporal estrecho – aplicado por rotación del cuerpo a cero/baja velocidad y agarres fuertes		Media distancia aplicada con agarres centrales clásicos o dobles		Se aplican en el primer contacto, algunas son posibles también con agarres con una sola manga o teóricamente sin agarre, todas son técnicas de grupo en pareja.	
Tipo	*Técnica*	*Tipo*	*Técnica*	*Tipo*	*Técnica*
Palanca	Uki Goshi	Palanca	Sasae Tsurikomi Ashi	Cupla	De Ashi harai/barai
	O Goshi		Harai Tsurikomi Ashi		Ko Soto gari/gake
	Seoi Nage		Uki Otoshi		Ko Uchi gari/barai
	Koshi Guruma		Sumi Otoshi		Okuri Ashi harai/barai
	Kata Guruma		O Soto Otoshi		Uchi Mata with one grip
	O Guruma		Hiza Guruma		O Soto Gari kenka
	Tsurikomi Goshi		Ashi Guruma		All Innovative Henka
	Tsuri Goshi		Tai Otoshi		
	All Innovative henka		All Innovative Henka		
	All Chaotic throws		All Chaotic Throws		
	Hane Goshi	Cupla	Osoto Gari		
Cupla	Harai Goshi		Ouchi Gari		
	O Soto Gari sideway		All Innovative Henka		
	Uchi Mata				
	All Innovative henka				
	Very few Chaotic throws				

Combinaciones de judo: un principio biomecánico

A. Para cambiar la distancia/contacto entre atletas, tanto la técnica de cambio como la dirección final aplicando una combinación lineal de las dos herramientas (Pareja y Palanca)

Cuatro formas principales de aplicación

1. En términos generales, las combinaciones para atletas especializados en Ma Waza (lanzamientos de larga distancia) que necesitan sincronización se organizan sobre la base de cambiar la distancia, de larga a más corta con el apoyo del cambio de dirección correcto.

2. Para los atletas especializados en Chica Ma Waza (lanzamientos de corta distancia), las combinaciones se basan en cambiar de dirección izquierda/derecha y viceversa o hacia adelante, hacia atrás o hacia adelante, hacia adelante o hacia atrás, hacia atrás. El cambio de lado derecho y de lado atrás es útil y eficaz, pero también menos frecuente en competiciones de alto nivel.

3. Los atletas que prefieren Ma Waza (lanzamientos de media distancia) pueden aplicar más libremente tanto el cambio de dirección como el acortamiento de la distancia. Obviamente, los sutemi son lanzamientos de combinaciones de cierre, en cualquier dirección.

4. El equilibrio es esencial en cada combinación y cambio de dirección, tanto para Ma Waza como para Chica Ma Waza, más a menudo Tori y Uke no están bien equilibrados en el primer ataque, sino equilibrados como Sistema de Pareja por su equilibrio dinámico; tori debe fijar con la acción de desequilibrio de su ataque la posición del cuerpo de Uke tanto en una como en dos piernas para poder cambiar el ataque directamente al lado defensivo débil de Uke. Esto es posible cuando esté uke desequilibrado, reaccionando para resistir a un ataque fuerte y cambia a rígido y quieto.

El análisis biomecánico ayuda a sistematizar la combinación que conecta las dos herramientas con los lanzamientos a la velocidad de cambio del sistema de pareja de atletas.

- ✓ V = 0
  - Técnicas de pareja (To Ma, Ma y Chica Ma) Waza < Palanca - Pareja
  - Técnicas de palanca (Ma y Chica Ma) Waza < Palanca – Pareja

- ✓ V= baja/media
  - Técnicas de pareja (To Ma, Ma y Chica Ma) Waza < Palanca - pareja
  - No es posible aplicar técnicas de palanca a velocidad baja/media. Tori necesita detener a Uke, y luego vuelve a la primera situación.
- ✓ V= alta
  - Técnicas de pareja (To Ma Waza) < Palanca - Pareja
  - No es posible aplicar técnicas de palanca a alta velocidad. Tori necesita detener a Uke, y luego vuelve a la primera situación.

También es posible, aunque difícil, combinar múltiples técnicas (tres o más) para llevar a tu oponente a una posición indefendible. La mejor manera de potenciar este tipo de combinaciones lineales es estudiar cómo conectar lanzamientos que aplican diferentes herramientas biomecánicas (pareja y palanca) con la misma pierna. Es importante tener en cuenta que estas conexiones solo son factibles si el Sistema de Pareja de Atletas es fijo. Traducido en términos sencillos, esto significa organizar combinaciones como Uchi Mata con Ko Uchi Gari o Tai Otoshi, o O Uchi Gari en Uchi Mata en Sumi Otoshi, etcétera.

Ejemplos de Combinación en competiciones de alto nivel

La teoría biomecánica de las combinaciones se basa en un punto de vista práctico, como la visión pragmática occidental de la iniciativa. Hoy en día, para un entrenador de alto rendimiento es muy importante dar información sólida y fácilmente comprensible a los atletas que mejoran su capacidad de lucha. En las siguientes figuras, hay algunos ejemplos de combinaciones, explicados sobre la base del principio anterior y con la utilización de la clasificación metodológica técnica anterior que informa para una conexión clara los nombres japoneses de las técnicas de lanzamiento. La utilización de términos como acortamiento o alargamiento de la distancia debe entenderse como el cambio en el de contacto del cuerpo de los atletas, alternando diferentes técnicas de lanzamiento clasificadas en función de la distancia de ataque. Todas estas secuencias de combinaciones han sido tomadas de la alta competición de judo durante los últimos cuarenta años.



Fig 8.5. Ejemplo de combinación basada en el acortamiento de distancia entre atletas To Ma Waza contra Chica Ma Waza (Ko Uchi Gari contra Kuchiki Taoshi, hoy no permitido por el reglamento). Adams contra Doherty (Finch)



Fig.8.5. Ejemplo de Chica Ma Waza dentro de Ma Waza alargamiento de distancia con tres cambios de dirección sobre un Uke quieto y rígido aplicando tres lanzamientos de Palancas con la misma pierna (O Soto Otoshi, de lado O Soto Otoshi, de lado O Soto Guruma) (Nomura contra Yekutiel) (Finch).



Fig 8.5. Ejemplo de Chica Ma Waza a Ma Waza alargando la distancia con la aplicación de rotación horizontal y cambiando de cupla a palanca de brazo largo. (Uchi Mata en Sumi Otoshi) Inoue contra Hubert (Finch)

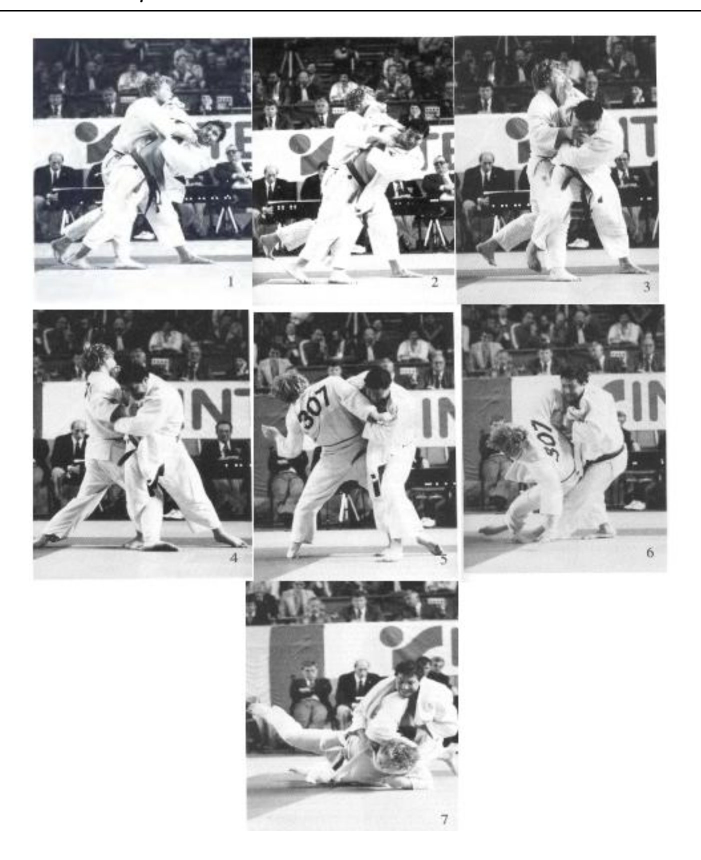


Fig 8.5. Ejemplo de Chica Ma Waza hacia To Ma Waza alargamiento de distancia con cambio de dirección sobre la pierna de un uke aún rígido, aplicando una combinación de tres Palancas y una Pareja o cuatro técnicas de lanzamiento diferentes. (Seoi de lado, O Soto Otoshi, O Soto Otoshi y Ko Soto Gake) (Angelo Parisi). (Pinzón).

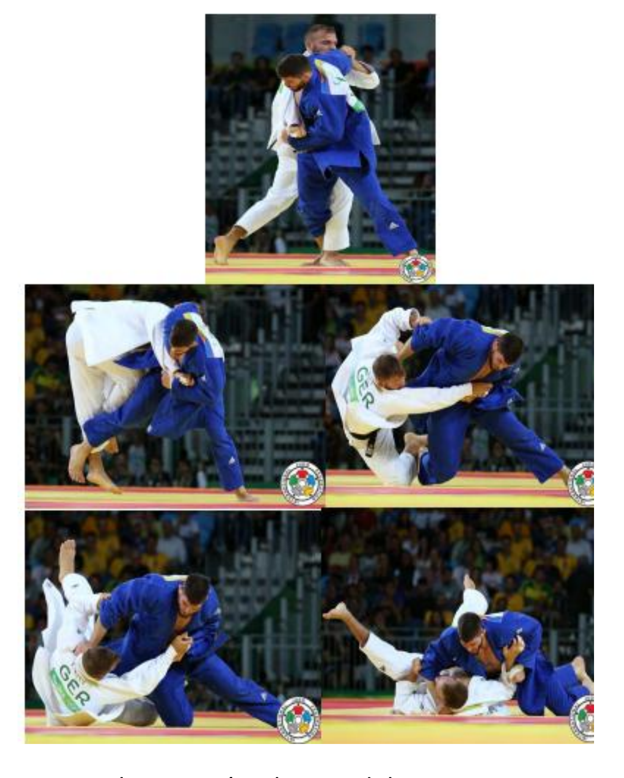


Fig 8.5. Interesante combinación Ma Waza hacia atrás y hacia adelante en Ma Waza O Soto Otoshi-Tai Otoshi. (Juegos Olímpicos de Maret Brasil 2016)



Fig 8.5. Muy similar al ejemplo anterior: Chica Ma Waza hacia To Ma Waza alargando distancia sobre un Uke aún rígido, Tori aplica un bloqueo defensivo dos Palanca y una Pareja con la misma pierna, o tres técnicas (Seoi hacia O Soto Otoshi hacia O Soto Gari) (Pinske contra Mammadov) (Finch)

El análisis biomecánico de las situaciones anteriores nos permite determinar algunos hallazgos interesantes:

1. La única situación dinámica para construir combinaciones complejas (2 o más técnicas que conectan el par y la palanca) es a la velocidad de cambio cero del sistema del atleta.

2. En una situación dinámica específica, la forma más rápida de conectar más técnicas es utilizar la misma posición de apoyo de una pierna, cambiando el objetivo en la "pierna actuante" en movimiento.

3. En términos de "romper la simetría" [[18]], Tori debe romper la simetría de Uke deteniendo su cuerpo en equilibrio inestable sobre una pierna, aumentando su estabilidad en ella para bloquear totalmente su movilidad.

4. La posición anterior estará asegurada si Tori agrega su propio peso corporal en el lado detenido del cuerpo de Uke.

5. En tal situación, cambiar la dirección de las fuerzas aplicadas es la única función de la rotación del tronco de Tori.

6. De una manera teórica, las combinaciones pueden ser cerradas por todos los Sutemi, pero como solución práctica en una competición de alto nivel eso no puede suceder porque es demasiado peligroso. De hecho, en una situación dinámica tan alta, es posible equivocarse en algo y someterse a una Osaekomi.

7. El único Sutemi que a veces se aplica en competición es Tani Otoshi porque la mecánica de la técnica hace que la posición final sea más segura para Tori.

8. Con mayor frecuencia se utiliza como herramienta de combinación final, tanto de las categorías femeninas como de peso pesado, la estrategia de Makikomi relacionado con las técnicas de palanca.

En términos estratégicos, tomar la iniciativa es ventajoso incluso si no se suma ninguna puntuación en su propia cuenta. De hecho, teniendo en cuenta que los atletas actualmente analizados representan a los mejores competidores del mundo en judo, es muy lógico que su nivel de ataque de flexión (evitación) sea muy alto. Muy a menudo, muchos ataques no siempre traen puntos directos a los judokas, sino que a menudo conducen al castigo de los oponentes debido a la "pasividad", y así obtener una ventaja. Además, hay que tener en cuenta que un gran número de intentos fallidos como lanzar al oponente y el contacto con el suelo con partes del cuerpo que no se anotan (Kinsa) son tenidos en cuenta por los árbitros en su evaluación en caso de juicio y se llenan como una fuerte presión psicofísica.

8.6 Ataques de acción-reacción.

Teoría

Cuando el judoka elige atacar primero, puede hacerlo para causar una reacción inicial del oponente, y puede explotar la fuerza utilizada por la acción de su oponente para su ventaja.

Tirar/Empujar: Un judoka, cuando ataca usando un tirón/empuje, provoca una reacción del oponente. Así, el judoka puede transformar su acción creando un desequilibrio entre atrás y adelante. El principio de acción-reacción es la aplicación más pura de la explicación de Kano. "… si tu adversario te empuja … a tirar, y si te tira … a empujar". Podría basarse en la implementación de una trampa de movimiento para provocar la reacción de un adversario natural.

Principio de finta: Tori simula un ataque para hacer reaccionar a Uke en una dirección que pueda operar para aplicar una técnica decisiva. El primer ataque, que es una preparación para el siguiente ataque, puede estar involucrado; lo que importa es la aparente autenticidad con la que Tori debe hacer para que Uke sea atrapado señuelo.

[18] Haywood, K.M., Getchell N. Principles of Motion and Stability. The Physics of Constraints. Chapter 6 in Life Span Motor Development, Third Edition, Champaign, IL: Human Kinetics, 2001

Aplicación práctica en competición de alto nivel

En las competiciones de alto nivel hoy en día, no es posible aplicar, simple y directamente, el método anterior. Hoy en día, los atletas han construido un sistema defensivo fuerte, y la experiencia en peleas de alto nivel les proporciona una forma sólida de comprender la intención del adversario, entonces ni las acciones simples de empuje / tracción, ni los ataques simulados pueden obtener la reacción simple esperada. A veces, por ejemplo, Uke reacciona no con la reacción esperada sino con un movimiento de evitación inesperado (preparado) en una dirección más segura para él. Entonces, la única solución práctica para Tori es conectar dos ataques reales bien preparados y efectivos, el segundo de los cuales es en la dirección en la que Uke puede operar la única acción defensiva natural. Más a menudo, hay dos técnicas de pareja conectadas aplicadas por la misma pierna, o una pareja y una palanca siempre aplicadas por la misma pierna para ahorrar tiempo de ataque, lo que hace que el truco de acción-reacción sea más eficiente y efectivo. Sigue cuatro direcciones de acción / reacción: adelante / atrás, atrás / adelante, izquierda / derecha y derecha / izquierda.

Ejemplos de Acción Reacción en competiciones de alto nivel

La teoría biomecánica de la Acción-Reacción se basa en la práctica. Como la visión pragmática occidental de iniciativa, simplemente está conectada a la aplicación de dos ataques reales previamente preparados de tal manera. Tori aplica un primer ataque real que se puede detener (de la mejor manera) en una sola dirección y conecta el primero con un segundo ataque efectivo en esta única dirección específica. A menudo hay dos técnicas de pareja conectadas aplicadas por la misma pierna, o una pareja y una palanca siempre aplicadas por la misma pierna para ahorrar tiempo de ataque. Hacer que la acción-reacción sea más eficiente y efectiva hoy en día, para un entrenador de alto rendimiento es muy importante preparar un truco táctico sólido y fácil de entender para que los atletas mejoren su capacidad de lucha.

En las siguientes figuras, se muestran dos ejemplos de trucos tácticos de acción-reacción, con la utilización de la metodología técnica anterior aplicada en alta competición.

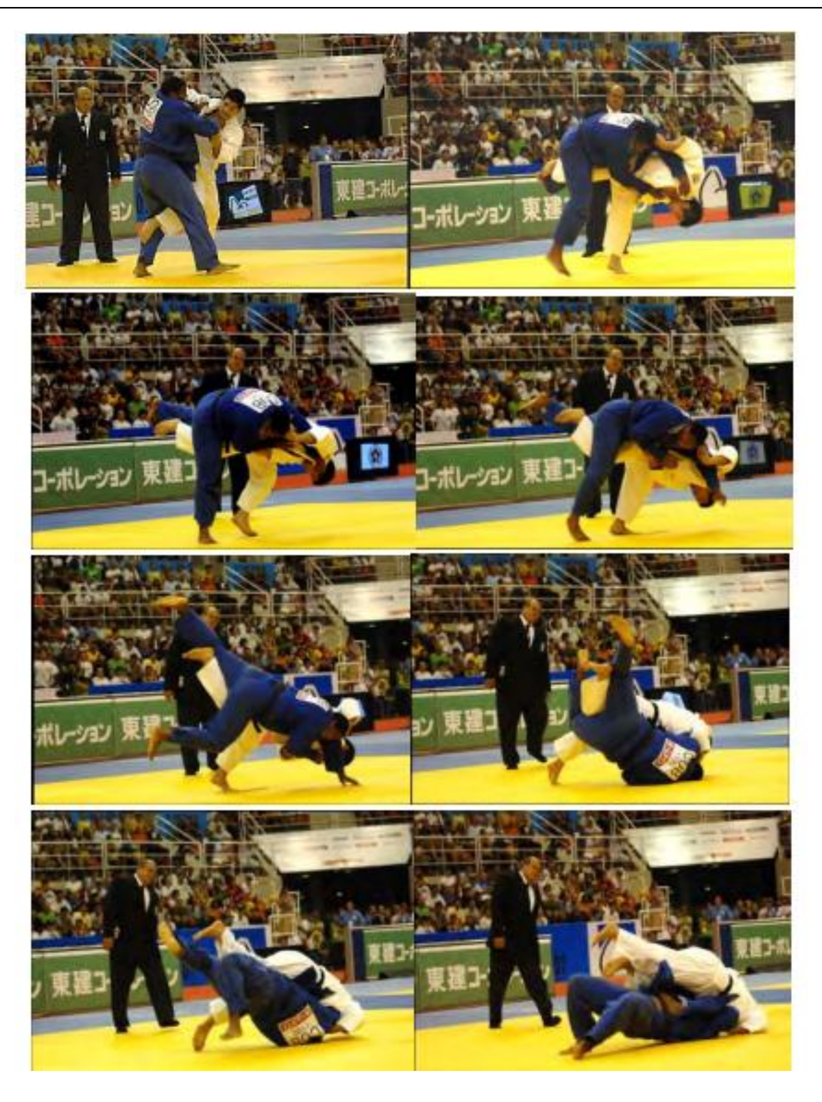


Fig.8.6. Ejemplo de To Ma Waza en Ma Waza acortamiento de distancia con la aplicación de acción-reacción hacia atrás/adelante sobre una reacción natural y sencilla, utilizando dos parejas con la misma pierna. (O Uchi Gari hacia Uchi Mata) (Inoue contra Bryson) (Finch).



Fig.8.6. Ejemplo de To Ma Waza en Ma Waza acortamiento de distancia con la aplicación de acción-reacción hacia atrás/adelante sobre una reacción natural y simple, usando dos parejas con la misma pierna. (rotación de O Uchi Gari hacia Uchi Mata) (Peters contra Kubanov) (Finch)



Fig.8.6. Ejemplo de Ma Waza en Chica Ma Waza acortando la distancia con la aplicación de acción-reacción hacia atrás/adelante en una evitación rotacional más compleja, usando dos parejas con la misma pierna. (O Soto Gari hacia Uchi Mata) (Maret contra Van der Geest) (Finch).

El análisis biomecánico de las situaciones previas de competición de alto nivel nos permite determinar algunos hallazgos interesantes:

1. Normalmente, el ataque de acción-reacción se finaliza en solo dos técnicas conectadas por direcciones de ataque opuestas.

2. Además, para los ataques de acción-reacción, la situación más efectiva es a velocidad de cambio cero del sistema del atleta.

3. En una situación dinámica tan específica, la forma más rápida de conectar dos técnicas es utilizar la misma posición de apoyo de una pierna, cambiando ambas direcciones de las fuerzas aplicadas y el objetivo en la "pierna actuante" en movimiento.

4. La ruptura de la simetría que se aplica con frecuencia para estas acciones es flexionar o girar el cuerpo de Uke detenido sobre sus dos pies.

5. Las direcciones de ataque más utilizadas son atrás/adelante, adelante/atrás, menos frecuentes (pero siempre posibles) son de lado izquierdo/lado derecho y viceversa.

6. En términos de doble agarre central, la flexibilidad para aplicar un doble ataque directamente a la derecha y a la izquierda por Ma Waza se relaciona frecuentemente con el cambio de dirección hacia adelante / hacia atrás.

8.7 Consejos de optimización para entrenadores

Este párrafo es un poco teórico, pero nos da información útil sobre la aplicación de dirección. El problema difícil es la optimización de un deporte complejo como el judo. En un grupo así, los patrones cambian en todas partes, el movimiento es muy complejo y las situaciones ocurren solo con frecuencia estadística. Por lo tanto, la función objetivo, la optimización es muy difícil de encontrar o construir.

El judo es un deporte de doble situación, y su optimización global es muy compleja y a veces no asequible. Pero hay una manera de superar las dificultades estructurales. Junto con la línea de la Optimización Cíclica del Deporte, es posible aplicar la *optimización por el método diferencial*, o en palabras fáciles: *dividiendo el Judo, paso a paso, en subconjuntos adecuadamente seleccionados*. Es interesante entender que estos subconjuntos elegidos en base a la dinámica de movimiento del Sistema de Pareja de Atletas son capaces de darnos información sobre la optimización del "Atacante" que es un componente del Sistema de Pareja de Atletas, para posteriormente ir asociando a cada subconjunto una función objetivo específica. De esta manera es posible optimizar todas las técnicas para obtener el mejor rendimiento. Para los Entrenadores, la mejor manera de realizar la optimización práctica del Judo es aplicar la Biomecánica cualitativa en dos situaciones y tres áreas:

Situaciones

- Enseñanza de lecciones - Condición de pareja Estática.
- Competición– Condición de pareja Dinámica.

Áreas

- Pareja/cupla estática → Optimización = Energía mínima
- Pareja/dinámica → Optimización = Máxima eficacia
- Dinámica de desarrollo a largo plazo de pareja → Optimización = Efectividad Estratégica (Energía Mínima General)

Clases didácticas - Estática - Optimización energética mínima

El enfoque más factible y fácil de este complejo deporte es analizar primero el Sistema de Pareja en una situación estática para su optimización. Esto significa que los atletas que la velocidad de cambio de la pareja es cero. En una situación estática y fija si los entrenadores deben analizar las interacción (lanzamientos, rotura de articulaciones y asfixia). La biomecánica permite optimizar (como sugiere Kano) sobre la base de la Minimización del gasto energético.

Osaekomi waza (inmovilizaciones), Kansetzu Waza (rotura de articulaciones), Shime Waza (asfixia) se realizan, de acuerdo con las leyes de la física, con menos consumo de energía. Si los entrenadores analizan los lanzamientos clásicos, clasificados en cinco grupos y dispuestos en el Go Kyo (cinco principios) a la luz de la Biomecánica, descubren que se pueden agrupar como ya se conocen. en solo dos clases:

1. Sistema de palanca, más caro energéticamente

2. Sistema de cupla/pareja de fuerzas, menos costoso energéticamente

La acción estática de las técnicas de lanzamiento pasa por algunas fases específicas: Desequilibrio, Posicionamiento y Lanzamiento, o en la tradición japonesa (Kuzhushi, Tsukuri, Kake).

En el Grupo de Pareja, el cuerpo de uke gira sobre el centro de masa. Todos estos lanzamientos son, teóricamente hablando, independientes de la gravedad, menos costosos, totalmente optimizados.

En el grupo de palancas, el centro de masa (COM) de Uke se desplaza en el espacio, los lanzamientos dependen de la gravedad y la fricción, son más caros y no están totalmente optimizados. Sin embargo, se pueden optimizar aún más cambiando la longitud en el brazo de la palanca, con la función de optimizar el objetivo como es minimizar el costo de energía. Por ejemplo, desde el Seoi de pie [Ippon Seoi Nage] hasta el Seoi de rodillas [Seoi Otoshi], hasta el Drop Seoi [Suwari Seoi], un pasaje que no es más que la Optimización del mismo lanzamiento de Palanca.

Competición: Dinámica- Máxima Optimización de la Efectividad

Si los entrenadores analizan situaciones dinámicas (competición), la optimización basada en la función de minimizar el gasto energético es una condición necesaria pero no suficiente. De hecho, hace que sea apropiado ampliar el objetivo de Optimización con una función objetivo más amplia que no esté simplemente conectada a un mínimo de energía, sino que también considere diferentes consumos de energía en función de Máxima Efectividad. La Máxima Efectividad significa no solo que la minimización de energía funciona como una situación estática, sino que la aplicación clásica de los Lanzamientos de Kano es posible en competición si hay una gran brecha entre los atletas.



Figura 8.7. Optimización de la energía en lanzamientos clásicos.

Pero los entrenadores están obligados a considerar también acciones no completamente convenientes energéticamente que podrían ser óptimas como muy efectivas como la siguiente acción que se muestra.



Fig. 8.7. Optimización de la efectividad, acción de lanzamiento costosa pero efectiva.

Los entrenadores deben optimizar y reemplazar el concepto o aplicación teórica de desequilibrio de Kano con la explotación práctica de la "ruptura de la simetría". El concepto de "Rompimiento la Simetría", como ya se ha visto, es una forma más sutil y práctica de optimizar la aplicación de los lanzamientos de judo en situaciones altamente dinámicas. La optimización práctica de la eficacia pasa por el uso de herramientas complementarias específicas que están destinadas a mejorar la eficiencia de las técnicas de lanzamiento, aunque a expensas de la energía. Estas herramientas complementarias se basan esencialmente en la explotación de los puntos débiles del cuerpo humano desde el punto de vista biomecánico o en la aplicación específica del movimiento

Las principales herramientas de optimización práctica de la efectividad de los lanzamiento son

1. Dirección de ataque transversal.

2. Makikomi y/o Fall Down (venirse abajo/otoshi)

3. Empuje + Cupla de fuerzas

4. Ataque central con muchas soluciones por diferentes lanzamientos

5. Cambiar palanca por cupla/pareja y viceversa

6. Rotación en planos de simetría

7. Aplicación rotacional pura

8. Uso de variación técnica caótica como (Reverse Seoi)

8.8 Algunas reflexiones sobre la familia Seoi

Teniendo en cuenta la mecánica de lanzamiento de Seoi en condiciones de enseñanza estáticas o clásicas, los problemas que pueden surgir en la competición dinámica real son numerosos. Al principio, la dificultad para superar la fuerza defensiva de uke de los brazos dispuestos en Kumi Kata (agarres); luego, porque más a menudo el concepto Kano kuzushi (desequilibrio) no siempre es aplicable. Tori se encuentra cara a cara con la ruptura de simetría del adversario, necesitando aplicar la rotación hacia adentro con una sincronización perfecta, seguida de una colisión con el ángulo recto conectado con la línea correcta de fuerza de lanzamiento aplicada. Todo esto en su conjunto, no solo necesita como calidad, sino una capacidad coordinativa muy alta que se aplica contra un adversario que no está de acuerdo con estos intentos. Para resolver esta situación, que no es fácil de resolver, a menudo la aplicación del lanzamiento es parcialmente perfecta, y los atletas utilizan algunas herramientas complementarias para simplificar o refinar el resultado del Seoi. Estas

herramientas complementarias se subdividirán para Seoi de pie, Seoi arrodillado o para aplicaciones astutas como Seoi totalmente rotacional y Seoi inverso.

Herramientas complementarias de Seoi de pie en un ataque directo:

- Actuar contra la gravedad (elevación) separando los pies de la colchoneta + Mawarikomi
- Asociación/ataque continuo con Makikomi
- Palanca aplicada con un pareja de mejoramiento
- Cuando la aplicación aislada de la rotación

La primera herramienta fue, entre otras, utilizada habitualmente por el asombroso experto japonés en lanzamiento de Seoi durante los años ochenta, Toshihiko Koga. Las siguientes figuras muestran el método básico de Koga. No hablamos de su método para romper los agarres del adversario porque estamos estudiando herramientas relacionadas con los lanzamientos.



Fig.8.8.Cont. Aplicación básica de la herramienta de elevación de Koga. Sistema Koga



Fig.8.8. Cont. Ippon Seoi con levantamiento. Sistema Koga



Fig.8.8. Cont. Seoi + Mawarikomi con sistema Koga con levantamiento

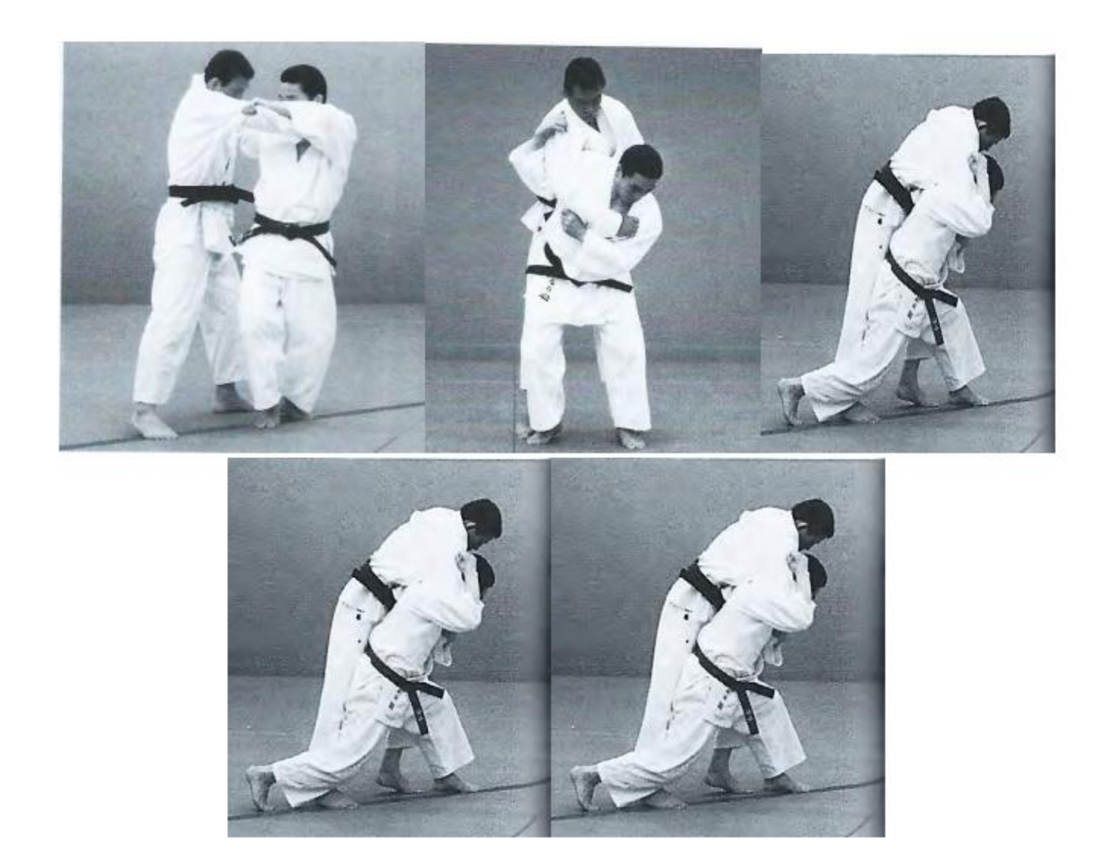


Fig.8.8. Cont. Seoi de pie con el procesamiento de Makikomi. De Ippon Seoi a Uchi Makikomi



Figura 8.8.Cont. Aplicación Seoi mejorada por Cupla/par de fuerzas

Mejora de Seoi arrodillado en un ataque directo.

Al arrodillarse, tanto Seoi como Seoi Otoshi, uno de los sistemas más eficientes para aumentar la efectividad del lanzamiento es aplicar fuerzas al lanzamiento con una trayectoria especial: comenzando en dirección oblicua y cerrándose en un semicírculo, ayudado por el torque de torsión del cuerpo. De esta forma, la capacidad defensiva del adversario disminuirá más rápidamente. Este truco también lo utilizó a menudo otro renombrado experto en Seoi, Sozo Fuji.

Trayectoria especial del kake



Fig.8.8.u.v.w. Hidari Seoi Otoshi por Koga in estilo Fuji

Herramientas para potenciar la efectividad de Suwari Seoi (Drop Seoi) en un ataque directo

- ✓ Actuar contra la gravedad (levantamiento) separando los pies de la colchoneta para evitar cualquier posible defensa
- ✓ Actuar contra la gravedad (torque de levantamiento) refinando la acción de lanzamiento para obtener Ippon
- ✓ Torque girando con aplicación transversal
- ✓ Aplicación moderna con agarres aplicados a un solo brazo



Fig.8.8. Cont. Suwari Seoi con torque de elevación para refinar la acción final



Fig8.8. Cont. Suwari Seoi mejorada mediante una aplicación de torsión de torsión horizontal

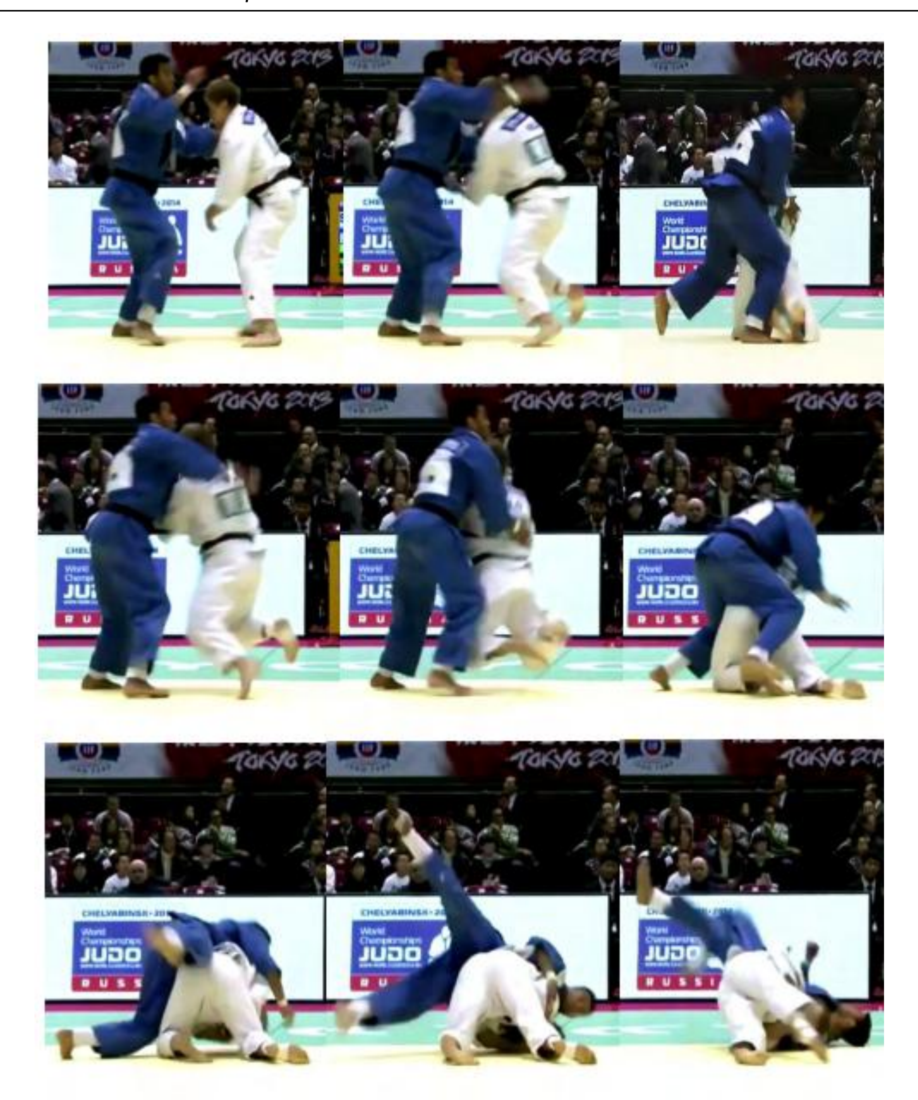


Figura 8.8. Cont. Mejora de Suwari Seoi mediante una aplicación transversal de momento de fuerza

Pero, ¿cómo deben aplicar los atletas estas herramientas complementarias para mejorar la eficacia de la técnica? Por lo general, durante situaciones de competición de alta dinámica, usar Suwari Seoi es un desafío para manejar fácilmente la dirección final de la fuerza de lanzamiento por dos razones: A) Dinamismo de una acción de lanzamiento y B) Altas capacidades defensivas de los deportistas. Estas dos son las razones principales para aplicar herramientas de apoyo táctico para refinar la competición porque Tori tiene poco control del movimiento de Uke durante la caída. Así es como el final es una situación de múltiples opciones de dirección para Tori. Ésta es la principal dificultad para gestionar este lanzamiento, como se muestra en la siguiente figura.

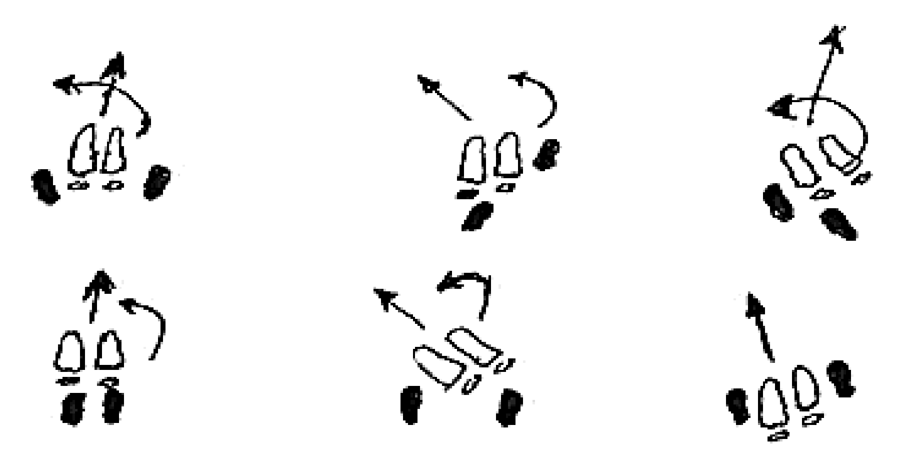


Fig 8.8. Cont. Huellas (pies de Tori/pies de Uke) que muestran las múltiples opciones de dirección de la fuerza de lanzamiento

En los últimos años, la investigación de una nueva forma de mejorar la efectividad de los lanzamientos de judo también ha desarrollado en Japón una solución interesante y poco ortodoxa para situaciones competitivas. Una nueva aplicación mundialmente conocida es la denominada Reverse Seoi, que parece la evolución de Ude Gaeshi presentada tanto en Kudo Dynamic Judo como en Sato y Okano Vital Judo con algunas ligeras diferencias. Estas nuevas aplicaciones necesitan un entrenamiento coordinativo cuidadoso y una sincronización precisa para su aplicación.

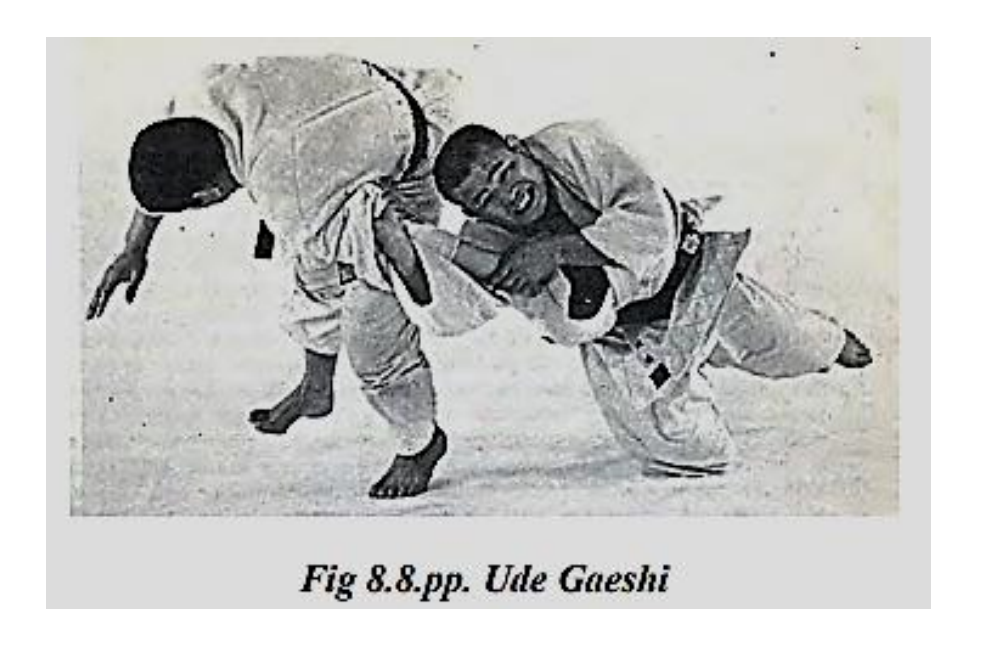


Fig 8.8.pp. Ude Gaeshi

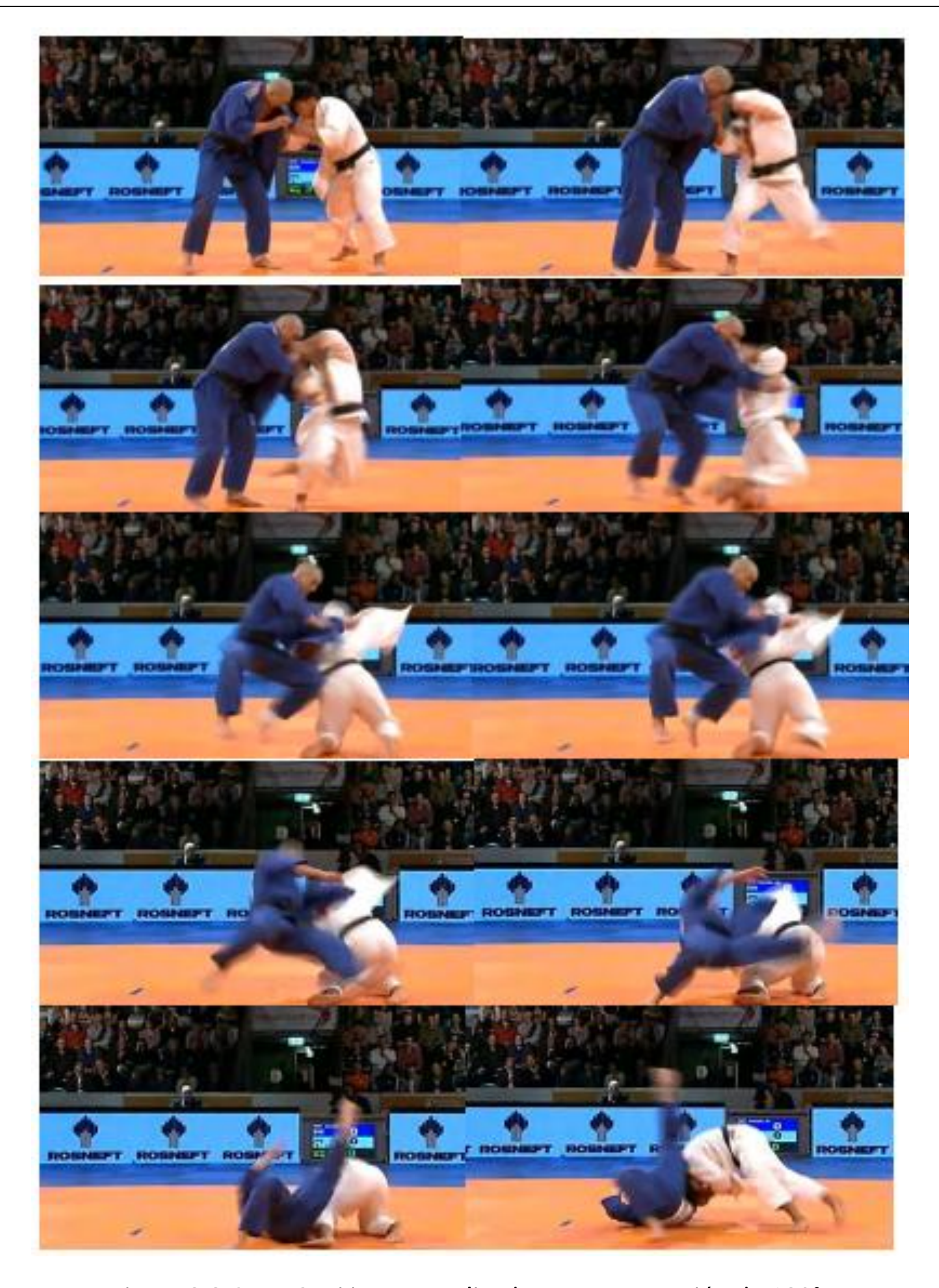


Figura 8.8.Cont. Seoi inverso aplicado con una rotación de 180°.



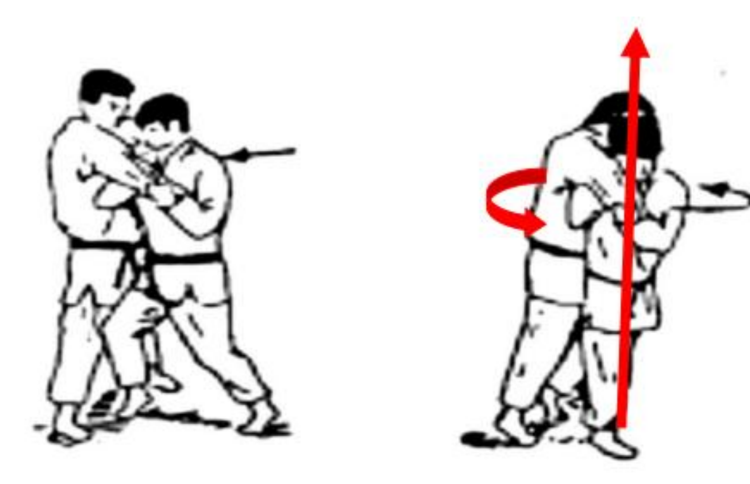
Fig 8.8. Cont. Seoi inverso con rotación de 360° mediante un pivote en la cabeza



Fig.8.8. Cont. Aplicación Moderna de Suwari Seoi con un solo brazo, un claro ejemplo de fuerte acondicionamiento físico



Fig8.8.δ.ε. Dos aplicaciones modernas de suwari seoi con agarres aplicados en un brazo y dos direcciones de lanzamiento.



Variación de giro de pie

Este tipo poco habitual de Seoi es muy eficaz. Además, dadas sus propiedades mecánicas, es posible realizarlo sin Kuzushi. La aplicación de Dinámica Rotacional cambia la Biomecánica básica de estos lanzamientos tipo Seoi. Es una forma única de Seoi de pie. Siempre es una técnica de palanca, que se puede realizar con el brazo mínimo y con brazo máximo. Esto significa que no es energéticamente muy costoso. Este Seoi tan inusual es muy complicado y efectivo. Sin embargo, es fácil detenerlo/bloquearlo. Sin embargo, de una sola manera, es decir a la inversa, es muy fácil cambiar este

intento de ataque, con Ko Uchi u O Uchi como se prefiera. La figura muestra un morote seoi giratorio similar, pero obviamente, es fácil cambiar el agarre básico; la única atención está estrictamente conectada a los dos cuerpos por esta acción del brazo.

El análisis comparativo del lanzamiento de Seoi realizado a la luz de la Biomecánica nos permite resumir algunas propiedades notables beneficiosas para Entrenadores y Profesores. Tales propiedades son las propiedades básicas de estos lanzamientos sin herramientas complementarias aplicadas.

Seoi de pie

1) Energéticamente costoso (el brazo de la palanca es más corto).

2) Kuzushi más importante (la posición de pie estable de Uke necesita kuzushi).

3) Tsukuri difícil (un % del cuerpo de Tori que se ajusta al cuerpo del Uke). %U > %T significa un buen Kuzushi

4) Difícil para superar los agarres de Uke (lo mejor es utilizar acciones de rotación)

5) Necesita alta velocidad de rotación

6) Más fácil de evitar

Seoi arrodillado (Seoi otoshi)

1) Energéticamente menos costoso (el brazo de la palanca es más largo).

2) Kuzushi menos importante (el movimiento desplegable actúa como kuzushi).

3) Tsukuri más fácil (es el cuerpo de Uke el que se ajusta al cuerpo de Tori). Por lo general, %U>>%T

4) Útil para superar los agarres de Uke (los brazos son menos capaces de detener el movimiento hacia arriba y hacia abajo que las acciones de empuje / tracción).

5) Útil para aumentar la velocidad de rotación

6) Acción muy difícil de evitar o dejar caer.

Suwari Seoi [19]

1) Energéticamente muy favorable

2) Kuzushi menos importante (el movimiento desplegable actúa como kuzushi).

3) No requiere Tsukuri (es el cuerpo del Uke el que se ajusta al cuerpo de Tori)).

4) Necesita una buena sincronización y coordinación

5) Necesita una acción fluida continua

6) Puede ser aplicado con una gran variedad de agarres

7) Difícil de manejar la dirección correcta de la fuerza en función del movimiento defensivo de Uke

[19] El término Suwari significa sentado/arrodillado, muy utilizado en Francia e Italia, se introdujo aquí debido a la falta de una denominación japonesa que no distingue entre Seoi Otoshi y Suwari Seoi. La distinción es importante en esta situación específica de la Biomecánica porque ambas son una técnica del grupo de palanca, pero la versión denominada Suwari tiene un brazo de palanca más largo y menos aplicación por parte de Tori de la fuerza que proyecta Uke.

8) Acción muy difícil de evitar o dejar caer

Seoi inverso

1) Energéticamente favorable

2) Kuzushi menos importante (el movimiento desplegable actúa como kuzushi).

3) Tsukuri nulo

4) Útil para superar los agarres de Uke

5) Necesita alta velocidad de rotación

6) La acción más difícil de evitar vs dejar caer

7) Trayectoria inversa (difícil de manejar).

8) Aplicado como un truco psicológico

Seoi giratorio

1) Energéticamente muy favorable

2) Ficción nula

3) Punto de contacto Tsukuri

4) Trayectoria rotatoria (fácil de manejar).

5) Necesita alta fuerza de rotación

6) Evitación fácil pero Renraku natural

7) Aplicado como un truco psicológico

8.9 Algunas reflexiones sobre el Uchi mata y las técnicas de pareja

Ataque directo: herramientas tácticas complementarias.

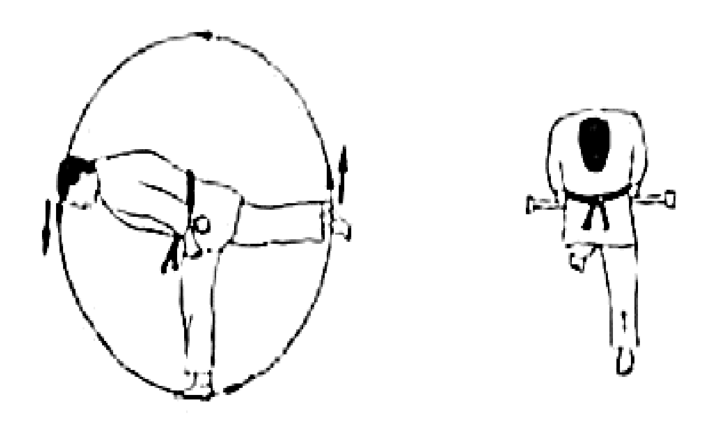


Fig.8.9. Aplicación de pareja hacia delante

En las competiciones de alto nivel, el parámetro más importante para el especialista de la familia Uchi Mata, más que los expertos en Seoi, es el momento (timing) cuando se aplican técnicas en una situación de movimiento de Pareja de Atletas. El momento para estas técnicas es esencial para lograr un mejor posicionamiento para aplicar la herramienta de Pareja/cupla. En términos mecánicos, estas técnicas son una aplicación de acoplamiento basada en la rotación alrededor de la articulación coxo-femoral.

Llamamos a este movimiento monótono porque es la fuente de muchos lanzamientos aplicados con algunos matices y pequeñas diferencias de ángulos y 180° de diferencia, a saber: Uchi Mata, Harai Goshi, Ashi Guruma

dinámico, O Soto Gari, etcétera. Sin embargo, el aumento de las capacidades defensivas y acrobáticas de los campeones mundiales hacen, también con una buena coordinación/oportunidad, complicado lograr la mejor posición relativa para aplicar la pareja. Luego, para resolver estas situaciones, los atletas aplican herramientas tácticas complementarias que mejoran la efectividad de las técnicas de lanzamiento aplicadas por ataque directo.

La Familia Uchi Mata (Grupo de Parejas aplicado por Tronco-Pierna) tiene muchas posibilidades para potenciar su efectividad con estas herramientas complementarias:

- ✓ Aplicación rotacional
- ✓ Aplicación lateral
- ✓ La Pareja aplicada en el Plano Sagital podría ser más efectiva si es seguida por una Pareja utilizada en el plano transversal.
- ✓ El par aplicado en el plano sagital podría ser más efectivo si un par continuo lo sigue en el mismo plano.
- ✓ La pareja aplicada en el plano sagital podría ser más efectiva si se usa para cambiar el tiempo de aplicación de fuerzas, como una palanca.

Es bien sabido que el movimiento de rotación ya está presente en la parte final de algunas técnicas del grupo de la Pareja. Es útil estudiar algunas variaciones de rotación que podrían utilizarse en la competición para mejorar la efectividad de los lanzamientos. ¿Cómo es posible encontrar la herramienta complementaria adecuada?

• ¡Considerar la capacidad defensiva del adversario!

Analizar la estructura del cuerpo humano significa encontrar la dirección correcta en la que los músculos del cuerpo humano no pueden resistir la acción de lanzamiento. Entender eso significa identificar trayectorias de un mejor uso de la energía, que están conectadas con las trayectorias cambiantes del Centro de Masa del adversario en el espacio. Cuando estamos considerando la Mecánica de la Cupla, está claro cómo mejorar las técnicas. Todas las técnicas de pareja aumentan su efectividad con variaciones de rotación o con cambios rápidos de su mecánica específica aplicando las fuerzas de pareja no simultáneamente sino en dos pasos, modificando la dirección del ataque, o aplicando en una rotación sucesiva posterior. Por ejemplo, si se aplica Pareja en direcciones diagonales específicas de los cuerpos del Adversario:



Fig.8.9 Cont. Aplicaciones diagonales de lanzamientos innovadores pertenecientes a grupos de Pareja: O Soto Gari, Ko Uchi gari y un nuevo Uchi Mata Kenka (?).



a

b



Fig. 8.9. Cont. Tori aplica tres formas diferentes de rotación en el plano transversal para ayudar a la acción de lanzamiento de Uchi Mata. La biomecánica sugiere que se puede aplicar la misma herramienta complementaria a O Soto Gari, Harai Goshi y Ashi Guruma en competición.

La alta habilidad defensiva en competiciones de alto nivel hace que la aplicación perfecta de la pareja sea muy difícil. La tercera forma de mejorar la efectividad de los lanzamientos de Tronco-Pierna es impulsar el Centro de Masa del Uke a lo largo de una trayectoria pseudocircular que finaliza con un movimiento como este, Mawari komi, o una zambullida con un punto de apoyo que aplica un componente de palanca que facilita el lanzamiento de Uke sobre su espalda.



Fig8.9. Cont. La zambullida en Uchi Mata con pivote de cabeza.

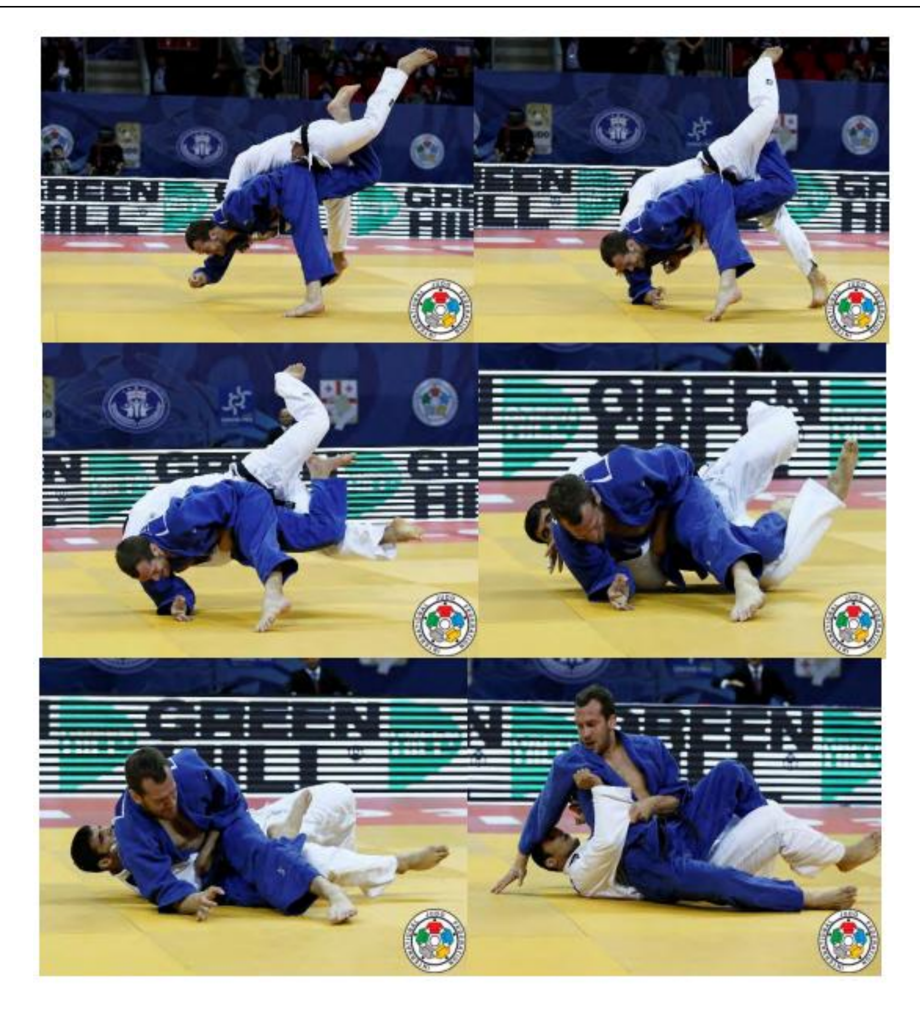


Fig8.9. Cont. La *zambullida* en Uchi Mata con pivote del antebrazo.

Si recordamos la mecánica interna del Grupo de Parejas, el Centro de Masa del Uke está idealmente fijo en el espacio. Por el contrario, la traslación del centro de masa en el espacio es una característica de grupo de palancas. Todo esto implica que, en algunas situaciones típicas, mejorar la efectividad de las técnicas de pareja/cupla significa cambiar de pareja hacia palanca. La eficacia de las técnicas de lanzamiento de judo en una situación dinámica se basa, entre otras herramientas complementarias, en la posibilidad de cambiar de pareja continuamente en la palanca y viceversa. En términos biomecánicos, un verdadero campeón sabrá cuándo cambiar la mecánica de su lanzamiento para ganar.

La biomecánica nos permite entender cómo puede suceder y aclara que esto sería posible de dos maneras:

1) La mecánica de un lanzamiento de pareja se puede cambiar al de palanca, retrasando la aplicación de una fuerza. La aplicación simultánea produce un par y, en consecuencia, un torque. La aplicación en un momento diferente tiene impulso y, por lo tanto, un torque, con otro consumo de energía. Luego, la aplicación de impulso mueve el centro de masa del uke a lo largo de una trayectoria pseudocircular, aumentando la efectividad de los lanzamientos de pareja en algunas situaciones específicas.

Todo eso es habitual en competiciones de alto nivel con la aplicación de esta herramienta con rotación en el Plano Transverso (horizontal) con un eje vertical. Estas acciones podrían verse como una aplicación rotacional de técnicas, como Ko Uchi Gari, O Uchi Gari, Okuri Ashi, De Ashi, etcétera.



Fig.8.9. Cont. La aplicación de fuerzas en dos tiempos (impulso) mueve el centro de masa del Uke a lo largo de una trayectoria pseudocircular, aumentando la efectividad de los lanzamientos en pareja con palanca rotacional en algunos casos de situaciones específicas: Ashi Barai y O Uchi Gari.

2) A veces, en las situaciones dinámicas complejas en competiciones de alto nivel, la herramienta aplicada puede ser evaluada como una solución dinámica de movimientos no deseados o preparados, sino el resultado de una dinámica sin un "control" efectivo por parte de Tori.

El cambio de Pareja a Palanca se produce por un retardo de tiempo y un cambio en la dirección de las fuerzas, porque no son fuerzas paralelas las que crean un Momento y no una Pareja.



Fig 8.9. Cont. Ataque diagonal con Lanzamiento en Pareja seguido de un cambio de dirección de una fuerza, esta situación cambia el ataque en Pareja con O Soto Gari a un ataque de Palanca con O Soto Otoshi.

Nuevas formas: aplicaciones inversas y variación caótica

Está claro que el "Grupo de Pareja" pronostica movimientos más simples que el "Grupo de Palanca", en otras palabras, o una distancia de cierre adecuada, o una rotación hacia adentro con la aplicación adicional de la pareja tronco-pierna. Esta simple disposición es la primera dificultad para que entrenadores y atletas encuentren o inventen nuevas aplicaciones, las llamadas "Variaciones Caóticas". Solo salieron a la luz dos tipos de acciones diferentes: el Inverso de Uchi Mata, nacido en la escuela rusa, hoy en día muy utilizado en competiciones de alto nivel. Estas aplicaciones se basan en la pareja tronco-pierna pero se realizan con movimiento inverso en el plano sagital.



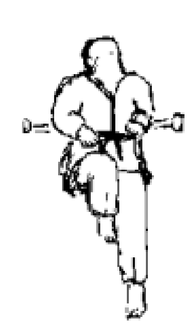


Fig 8.9.dd Movimiento básico de Uchi Mata inverso y/o O Soto Gari inverso.

La menor movilidad de la columna vertebral en el sentido de la posterior (atrás) produce un movimiento menos fluido y más costoso. Al igual que los clásicos Uchi Mata y O Soto Gari, el camino hacia las distancias cortas (GAI) es prácticamente dos: Trayectoria recta, Trayectoria rotacional con 180° de rotación. La mecánica de la cupla Inversa implica una trayectoria externa cuando Tori aplica un O Soto Gari inverso. En otra notación interesante, las trayectorias de contacto (GAI) en estos Lanzamientos Inversos están incluso invertidas: en el Inverso O Soto Gari, la pierna de barrido se aplica en la parte posterior de la pierna (área del glúteo). La trayectoria de contacto es con rotación externa; el otro lado Uchi Mata inverso se utiliza después de una trayectoria de contacto a la derecha (GAI). Esta es la explicación biomecánica de estos lanzamientos rusos que hoy en día son bien manejados por atletas japoneses.



Fig. 8.9. Cont. Reverso (o detrás) de Uchi nuevamente por Shota Chochosvi (Finch)



Fig 8.9. Cont. O Soto Gari Inverso



Fig.8.9. Cont. La forma moderna de Inverse O Soto Gari es una mezcla entre mejora por un par de Ura Nage y una aplicación simple de Pareja (última figura clásica de Ura Nage)

Se realiza una evaluación diferente para la variación "Caótica" del Grupo Pareja Tronco-Pierna porque los movimientos de acción, como ya se explicó, son más sencillos que las acciones de Palanca. En efecto, cada lanzamiento es simple (GAI + Pareja); Construir nuevas y caóticas variaciones. Sin embargo, en este grupo durante estos años en competiciones de alto nivel, se han desarrollado algunas variaciones "Caóticas". Los atletas franceses han sido unos de ellos, como vemos en las siguientes figuras.



Fig 8.9. Cont. Variación caótica francesa (¿Ko Uchi Gake?) de la pareja tronco-pierna [20]

En estos últimos tiempos, desde los países orientales se introdujeron técnicas energéticamente muy costosas. Dos nuevas Variaciones Caóticas Tronco-Pierna, basadas en un barrido interno, siempre con ataque frontal o posterior (Ver Fig.79-80).



Fig.8.9. Cont. Interpretación de los países del este de las "variaciones caóticas" de la pareja tronco-pierna.

Agarre y trayectorias (rectilíneos o rotación hacia adentro)

Es interesante subrayar que los agarres para el grupo de pareja tronco-pierna tienen un valor menor que en las técnicas de palanca (es decir, Seoi). Hablando de manera realista, en esta situación, su función principal es conectar el cuerpo de Uke a su tronco porque la fuerza superior es más efectiva de esta manera. El doble agarre central puede ayudar a levantar

[20] Piras, A. (2010). Visual Scanning in Sports Actions: comparison between Soccer Goalkeepers and Judo Fighters Master Thesis Bologna University.

y aplicar el par en el plano frontal (por ejemplo, Okuri Ashi Arai). En cambio, en el caso de un ataque directo, los agarres tendrán la función de conectar estrictamente los dos cuerpos en un solo movimiento (ej. O Soto Gari, O Tsubushi).



Fig8.9. Cont. Acción de agarre en O Soto Gari, O Tsubushi.

Durante el lanzamiento con rotación hacia adentro, los agarres también aplican un par en sentido antihorario (o viceversa) para adaptar el tronco de Uke al movimiento general.



Fig.8.9. Cont. La acción de agarre central en Uchi Mata desde una perspectiva teórica es menos costosa energéticamente.

Como regla general, la apertura de los agarres del adversario se basa en el movimiento de presión hacia abajo seguido de un impulso instantáneo hacia arriba y un deslizamiento simultáneo dentro o debajo de los agares del oponente.



Fig.8.9. Cont. La creciente aplicación simultánea de las dos fuerzas (Par) acerca cada vez más la técnica práctica a la teórica

El Grupo Biomecánico de Pareja/cupla (tronco – pierna) demostró que este grupo de técnicas consideradas entre las más efectivas en la competición de alto nivel también es energéticamente menos costosa que las de la Palanca y también son biomecánicamente más sencillas, basándose únicamente en el acortamiento de la distancia y la aplicación de la Pareja (GAI + Pareja). Sin embargo, su simplicidad intrínseca esconde una complejidad diferente a las de la Palanca, que, recordemos, necesitan de una alta coordinación motora para ser efectivas. Las técnicas de Pareja llevadas a cabo a cualquier velocidad de desplazamiento de Uke requieren una habilidad de sincronización particular. Por lo tanto, sus cualidades específicas son:

1. Mayor simplicidad técnica.
2. Casi monotonía en los movimientos técnicos.
3. El desequilibrio es preferible pero no esencial.
4. Independencia de Kuzushi.
5. A menudo Tsukuri es más fácil que en palanca.
6. Energéticamente más favorable que la palanca.
7. Ritmo y tiempo específicos.
8. Muy eficaz en cualquier categoría de peso.

8.10 Cómo construir nuevos lanzamientos

Está claro a partir de todos los análisis biomecánicos que todas las técnicas de lanzamiento de judo se basan en el uso de las partes del cuerpo y los movimientos específicos como un aspecto constitutivo de la acción total. A continuación, tratamos de explicar cada uno de los usos para comprender la forma básica de construir nuevas técnicas de lanzamiento

llamadas "Innovadoras y Caóticas": 1. Brazos, 2. Piernas, 3. Cuerpo entero, 4. Trayectorias de cuerpo entero y 5. Herramientas complementarias para todo el cuerpo

Es esencial estudiar su contribución a toda la estructura del movimiento llamado lanzamiento básico, y luego es posible cambiar algunas cosas para producir técnicas innovadoras y caóticas. Es mejor iniciar de la definición de los llamados Lanzamientos Clásicos.

Lanzamientos clásicos**: **Todos los movimientos de lanzamiento como se muestran en el Go Kyo de Kano de 1922 y el GoKyo de Kodokan de 1985

Ellos son bien conocidos y también la función de los brazos, las piernas y el cuerpo. Son el lanzamiento básico que la gente de judo estudia cuando se inicia en el club: los brazos se colocan en agarres básicos llamados Ki Hon Kumikata. La cadera, la pierna, los pies y el hombro se utilizan como paradas en algunos puntos específicos del cuerpo de uke para lanzarlo. El grupo de palanca y el par se aplican en los tres planos de simetría mientras que los brazos están en un agarre estándar.

Los "lanzamientos innovadores" son todas las técnicas de lanzamiento que mantienen vivo el aspecto formal de los lanzamientos clásicos de Judo y difieren solo en términos de agarres y dirección de las fuerzas aplicadas.

Los Lanzamientos Innovadores son variaciones (Henka) de las técnicas clásicas de lanzamiento de Kodokan, que son técnicas de tipo Pareja de Fuerza o de tipo Palanca, biomecánicamente hablando. Al mismo tiempo, sigue siendo fácil reconocer en ellos una técnica tradicional básica bien conocida (técnicas de lanzamiento de gokyo). En tal situación, los brazos se aplican con mayor frecuencia en diferentes puntos, pero los puntos de parada suelen ser los mismos. Para las palancas, a diferencia de las cuplas, siempre se usa en los tres planos de simetría en las mismas piernas, pero la dirección de los lanzamientos puede diferir. Sin embargo, existen otras soluciones "no clásicas" aplicadas en competición, que son diferentes de los "Innovadores" (Lanzamientos Henka), definidos como "Formas Caóticas". Frecuentemente, estos Lanzamientos Caóticos son más numerosos como grupo de palanca que como Pareja.

Los "lanzamientos caóticos" se caracterizan por la aplicación de diferentes posiciones de agarre, que aplican fuerza en diferentes direcciones (no tradicionales) mientras se aplican simultáneamente (puntos de parada) en posición no clásica. Utilizando trayectorias de acortamiento "no racionales" (más largas o diferentes a las habituales) entre atletas para el grupo Palanca, mientras que para Copla se aplican a diferentes piernas o formas.

Hablando de los lanzamientos de palanca, es posible cambiar la posición y las trayectorias de los brazos o las piernas. Para las parejas, es posible cambiar solo la forma de aplicar la pareja. Los agarres no son esenciales, y las trayectorias posibles son solo los tres fundamentos antes de definir GAI (General Action Invariant). Ahora que comprendemos las principales diferencias, es posible saber cómo se construyen y cómo construir técnicas de lanzamiento completamente nuevas.

Los atletas más a menudo por la dinámica de la situación pueden cambiar fácilmente la acción tanto de los brazos como de las piernas definida por SSAI (Invariantes de Acción Específica Superior) e ISAI (Invariantes de Acción Específica Inferior), pero solo un estudio exhaustivo, preparado previamente, es el resultado en trayectorias de cambio como las tres GAI (Invariantes de Acción General).

El título de este párrafo es cómo construir nuevas técnicas de lanzamiento, pero ¿cuántas son los lanzamientos de judo? Cuarenta para Kano I° Go Kyo, 66 para IJF, más o menos 67+ 60 variaciones para el último Kodokan Go Kyo. En efecto, los lanzamientos de judo son infinitivos. Esta afirmación subraya un gran error que todos los entrenadores y profesores cometieron en la enseñanza del judo. La gente estudia técnicas, pero la biomecánica nos enseña que solo hay situaciones de infinitivo entre Tori y Uke. Tori puede aplicar las dos herramientas seleccionadas desde el análisis básico (Pareja o Palanca) para lanzar Uke. ¿Qué herramienta hay que utilizar? Cualquiera que sea, cada situación puede ser resuelta indistintamente por una de las dos herramientas. Tori puede aplicar la herramienta preferida en cada caso. Supongamos que rompemos el concepto de lanzamiento como movimientos obligados y aplicamos la herramienta que prefiramos,

dependiendo de nuestra capacidad específica. En ese caso, cada situación se puede resolver fácilmente con un lanzamiento de judo clásico o nuevo. ¡Sin estudio, solo habrá movimientos aburridos y repetitivos durante mucho tiempo!



Una nueva visión Biomecánica aplica cualquier herramienta (Pareja o Palanca) para resolver la situación infinitiva.

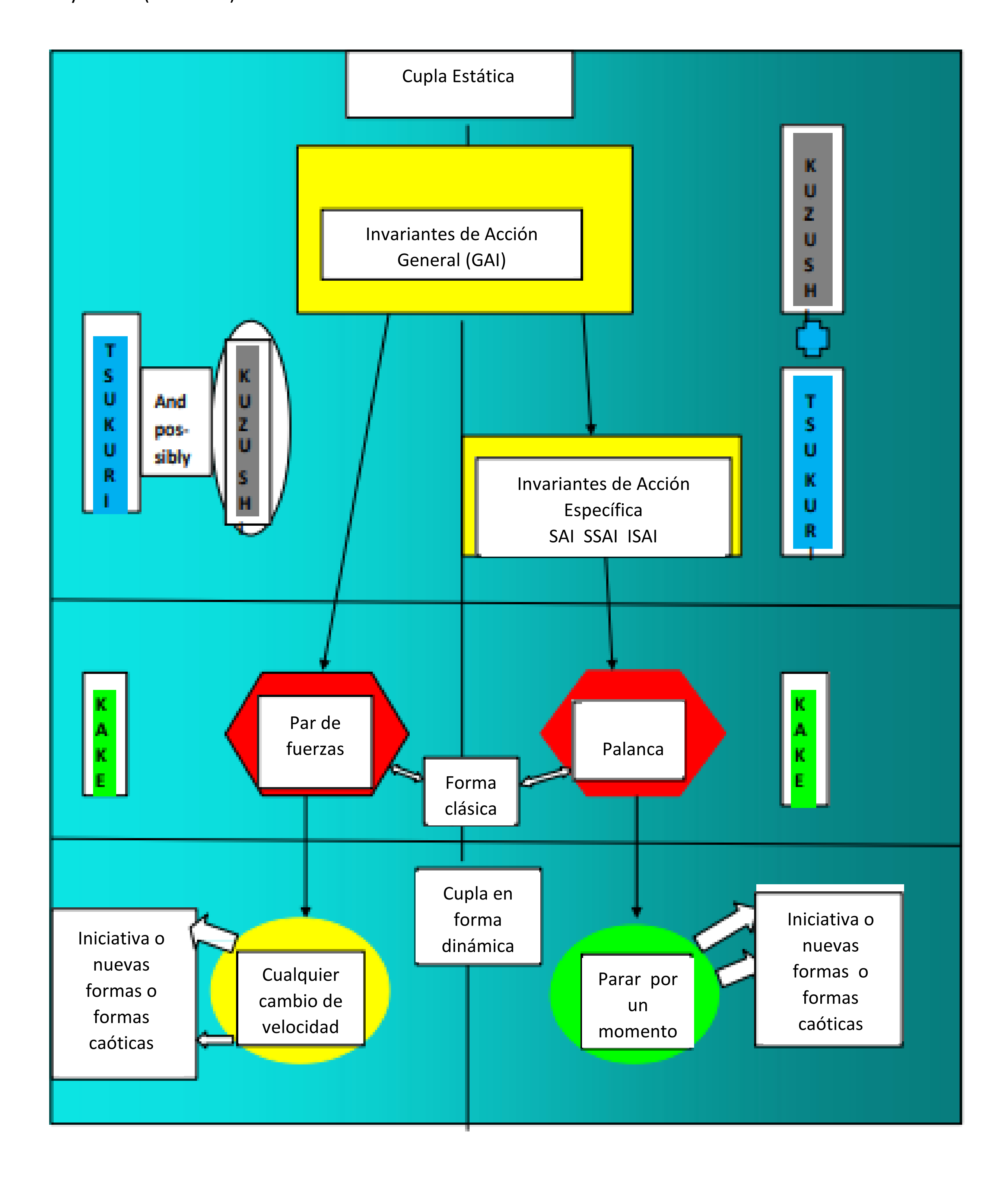


Una nueva visión Biomecánica aplica cualquier herramienta (Pareja o Palanca) para resolver la situación infinitiva.



Una nueva visión Biomecánica aplica cualquier herramienta (Pareja o Palanca) para resolver la situación infinitiva.

Diagrama 1: Resumen de las invariantes de acción de Kuzushi Tsukuri conectadas con la fase Kake y la forma clásica o innovadora y nueva (o caótica) de técnicas de lanzamiento



Bibliografía

[1] Adam M, Tomita H, Szymański M, Klimowicz P, Tyszkowski S, Wolska B, Ways of, performing judo throws, and their efficiency, assessed in the open weight category in All-Japan Judo Championships, Journal of Martial Arts Anthropology", Vol. 15, no. 1, 2015

[2] Ceylan B., Husnija Kajmovic, Kapo S., Colakhodzic E., Serdar Balci S., Forbidden actions in World Judo Championships: differences between the winner and non-winner athletes Revista de Artes Marciales Asiáticas Volume 16(1), 47-55 ~ January-June 2021

[3] Goncalves J, Monteiro L, Chambel L, Cardoso M, New judo rules impact in the fight dynamics – 2013 and 2014 world championships data preliminary exploratory analysis, Archives of Budo 2014

[4] IJF Referee Seminar Malaga 2014 Rules presentation 2014

[5] Ito K, Hirose N, Nakamura M, Maekawa N, Tamura M, Judo Kumi-te Pattern and Technique Effectiveness Shifts after the 2013 International Judo Federation Rule Revision, Archives of Budo vol. 10, 2014.

[6] Kons R. L., Saldanha Da Silva Athayde, Ceylan B, Franchini E, Detanico D., Analysis of video review during official judo matches: effects on referee's decision and match results. Int. Jour. Of Performance Analysis in Sport. 2021. https://doi.org/10.1080/24748668.2021.1926165;

[7] Miarka B, Fukuda D, Del Vecchio F, Franchini E, Discriminant analysis of technical-tactical actions in high-level judo athletes, International Journal of Performance Analysis in Sport, 16, 30-39. 2016

[8] Miyake K, Matsui T, Sato T, Ishikawa Y, Yokoyama T, Takezawa T, Kawabata T, Akimoto K, Sato S, Effect of the international judo Federation referee rules on competition content of the All Japan Judo Championships: A 2008-2013 comparison 2014

[9] Piras A, Pierantozzi E, Squatrito S, Visual Search Strategy in Judo Fighters During the Execution of the First Grip, Sports Science & Coaching Volume 9 · Number 1 · 2014

[10] Sacripanti A, A Biomechanical Reassessment of the Scientific Foundations of Jigorō Kanō's Kōdōkan Jūdō https://arxiv.org/abs/1206.1135; 2012

[11] Sacripanti A. A seoi Survey for Coaches and Teachers https://arxiv.org/abs/1506.01372; 2015

[12] Sacripanti A. How to enhance effectiveness of Direct Attack Judo throws. https://arxiv.org/abs/1401.1102; 2014

[13] Sacripanti A. Uchi Mata Family analysis for coaches and teachers https://arxiv.org/abs/1602.02165; 2015

[14] Sacripanti A, Judo Biomechanical Optimization, Toledo arXiv:1604.08390, 2016

[15] Sacripanti A, Kumi Kata from Dojo to high-level Competition Book https://www.researchgate.net/publication/312026674_Kumi_Kata_from_dojo_to_high_level_competit ion?ev=prf_pub; 2016

[16] Sacripanti A., Astonishing Judo First contact tactic https://arxiv.org/abs/1411.2763 2015

[17] Sacripanti A. How to enhance effectiveness of Judo throws on Direct Attack; https://arxiv.org/abs/1401.1102; 2014

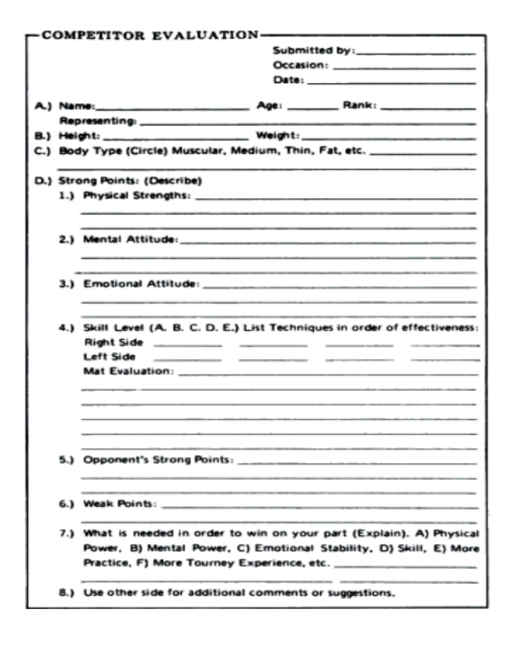
[18] Sterkowicz S, Sacripanti A, Sterkowicz – Przybycien K, Techniques frequently used during London Olympic judo tournaments: A biomechanical approach Archives of Budo Vol 9 https://arxiv.org/abs/1308.0716; 2013.

Capítulo 9. Dirección de Alto nivel del entrenamiento II

Análisis de competición en judo.

En estos años, con la rápida evolución de la ciencia y la tecnología en la vida humana, con el crecimiento de la telemática y las tecnologías complementarias, el mundo del deporte experimenta modificaciones lentas pero irreversibles en la aplicación más generalizada de las metodologías científicas en todos los campos relacionados. ¿Cómo definir el análisis de competición?

Recordando la definición anterior de competición de Judo, podemos responder: El Análisis de competición es el estudio de un choque de intereses basado en la teoría de la utilidad. El análisis de combates podría ser visto como la llave maestra en todos los deportes de situación (duales o de equipo) como el Judo, para ayudar de manera efectiva a la problemática tarea o mejoramiento de los equipos de entrenadores nacionales u olímpicos. El nacimiento del Análisis de competición puede referirse al estudio de rendimiento de un solo atleta para deportes cíclicos simples. Sin embargo, puede considerarse una extensión del caso "simple" descrito con anterioridad a dos campos complejos de atletas que interactúan. O de nuevo a un sistema más complejo de dos equipos que interactúan mutuamente. Durante muchos años, el Análisis de Combates en Lucha o Judo, o Deportes de Equipo, eran sólo unas hojas de datos compiladas por un observador técnico, con símbolos especiales o información específica sobre el Atleta o los adversarios.


COMPETITOR EVALUATION

Submitted by: ______
Occasion: ______
Date: ______

A.) Name: ______ Age: ______ Rank: ______
Representing: ______
B.) Height: ______ Weight: ______
C.) Body Type (Circle) Muscular, Medium, Thin, Fat, etc. ______

D.) Strong Points: (Describe)
1.) Physical Strengths: ______
2.) Mental Attitude: ______
3.) Emotional Attitude: ______
4.) Skill Level (A. B. C. D. E.) List Techniques in order of effectiveness:
Right Side ______
Left Side ______
Mat Evaluation: ______
5.) Opponent's Strong Points: ______
6.) Weak Points: ______
7.) What is needed in order to win on your part (Explain). A) Physical Power, B) Mental Power, C) Emotional Stability, D) Skill, E) More Practice, F) More Tourney Experience, etc. ______
8.) Use other side for additional comments or suggestions.

Fig.9.a, Hoja de datos de Análisis de notación de judo de The Judo Textbook: Hayward Nishioka y James West; Ed. Comunicación Cinturón Negro 1979 ISBN 08975500636-9780897500630.

Por ejemplo, en el libro Judo moderno de Koblev, Rubanov y Nevzerov (1988)[21], es posible encontrar el fascinante sistema estenográfico ruso de registro de peleas. Los entrenadores rusos utilizaron este sistema de registro durante los sesenta y setenta años para recopilar información sobre los adversarios y atletas del equipo de la Unión Soviética.

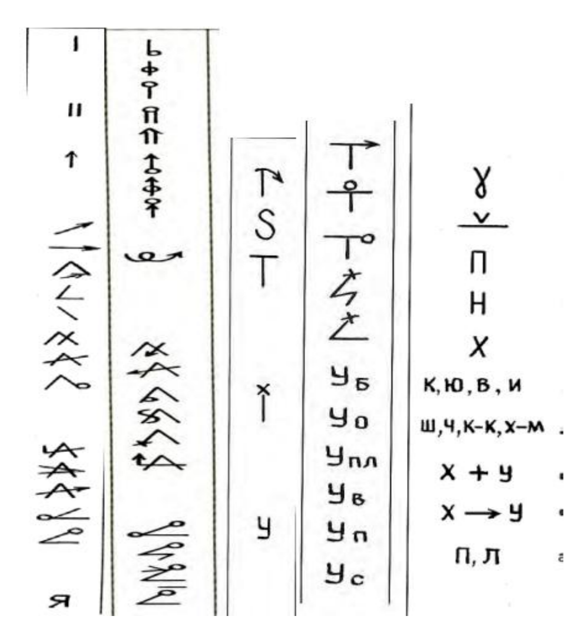


Fig.9.b. Los significados de estos símbolos son los siguientes: de arriba a abajo de izquierda a derecha, respectivamente

Lanzamientos con agarres a una pierna, Lanzamientos con agarres a dos piernas, Volcadura desde las rodillas, Barrido hacia adelante, Barrido lateral, Barrido interno del talón, Viaje hacia adelante, Viaje hacia atrás, Glúteo cruzado interno, Glúteo cruzado a dos piernas, Pie de gancho externo, Palanca de pierna, Tijera para piernas, Golpe interior con pierna, Lanzamiento de cadera, Lanzamiento hacia atrás, Lanzamiento con agarre de talón, Lanzamiento con agarre de pierna inferior, Lanzamiento con agarre de la parte superior de la pierna, Lanzamiento con agarre de dos piernas (arrastrando hacia abajo), Lanzamiento con agarre de dos piernas (levantando hacia arriba), Volcón frontal, Volcón lateral, Volcón trasero, Barrido al ritmo del adversario, Glúteo cruzado interno con caída, Glúteo cruzado a dos piernas con caída hacia abajo, Pierna de gancho interno a la pierna opuesta, Pierna de gancho interno a la misma pierna, Golpe de muslo hacia atrás, Glúteo cruzado con agarre de cuello, Lanzamiento de rodillas sobre la espalda, Lanzamiento sobre la espalda con dos agarres de brazos, Lanzamiento sobre la espalda con agarre inverso, Arrastre hacia abajo, Lanzamiento con tirón por torque, Lanzamiento de sacrificio adelante, Lanzamiento por encima de los hombros, Agarre, Lanzamiento de sacrificio lateral, Lanzamiento de sacrificio con agarre de cinturón sobre la espalda, Lanzamiento de sacrificio con brazo bloqueado, Lanzamiento de rodillas sobre los hombros, Tiro sentado sobre los hombros, Agarre lateral, Agarre de cabeza, Agarre de hombros, Agarre transversal, Agarre con espalda, Asfixia, Bloqueo de brazos, Volcado en la colchoneta, Cubrir, Salir de la técnica de trabajo en el suelo, Koka, yuko, wazari, ippon, Shido, chui, keikoku hansoku make, combinación técnica x y, de la técnica x contraataque y, a la derecha a la izquierda.

Las primeras utilizaciones avanzadas del Análisis de combates eran simplemente las mismas hojas de datos tratadas por métodos estadísticos más robustos a partir de la era de la informática. De año en año, en relación con el avance de la tecnología, como la grabación de cámara digital de alta velocidad diminuta y portátil, al principio solo con la cámara lenta, ahora equipada con un software de análisis específico, con el tremendo aumento de la potencia y la flexibilidad del hardware y el software, el análisis de partidos. Hoy en día se realiza automáticamente utilizando un algoritmo especial de minería de datos o, sistemas más sofisticados que distinguen las acciones tácticas o estratégicas de los combates registrados. El software más sofisticado se basa en los HHMM (Modelos Jerárquicos Ocultos de Markov). Sin embargo, generalmente hasta hoy, en el mundo del judo, el análisis de combates, considerado análisis de movimiento, son una poderosa herramienta para recopilar datos para estudios científicos, principalmente estadísticos o biomecánicos.

Muchos de los resultados de los estudios analizados en este libro se derivan del análisis de coincidencias en el sentido del análisis de movimiento. El análisis de movimiento o mejor captura de movimiento es registrar datos de movimiento en 3D de un atleta humano para su análisis o reproducción. Un sistema óptico de captura de movimiento consiste en cámaras infrarrojas que rastrean marcadores reflectantes en el sujeto en tiempo real. Los datos colectivos de un grupo de cámaras se utilizan para reconstruir las vistas en 3D del sujeto. Generalmente, entre los sistemas más utilizados por la universidad, se encuentra el sistema Vicon.

[21] Koblev, J.K., Rubanov, M.N., y Nevzorov, V.M. (1988). Judo moderno. Ed. Ermes. SBN-10: 8870510549, ISBN-13: 978-8870510546




Fig.9.c.d, Cámara de infrarrojos para análisis de movimiento y marcadores sobre el sujeto.

Hoy en día, el conocimiento colectivo de la biomecánica y la robótica todavía no llega a presentar un modelo satisfactorio que capture toda la gama de movimientos humanos a medida que se llevan a cabo las actividades de lucha. Por lo tanto, estos trabajos extraen conocimientos científicos de una colección de conocimientos de dominio y se esfuerzan por descubrir principios rectores hacia un modelo generativo del movimiento técnico del atleta como lanzamientos, agarre, bloqueo de brazos, etcétera. Gran parte de la complejidad del movimiento humano del judo se puede modelar mediante principios biomecánicos y física newtoniana, con menos efectividad para todo el movimiento de la pareja de atletas en la colchoneta (véase el Apéndice I). Por otro lado, estos sistemas se utilizan para obtener datos instrumentales para un entrenador, como la retroalimentación en tiempo real de una acción particular, o una base de datos única sobre la habilidad técnica de sus atletas o sobre los adversarios, con una capacidad más definida para encontrar materia de mejora tanto técnica como estratégica.

Para los entrenadores, en general, es posible utilizar los sistemas de análisis de combates en cinco áreas valiosas diferentes:

1. Área fisiológica: Obtener datos fisiológicos sobre el consumo de energía en competición para especializar cada vez mejores métodos de acondicionamiento para la competición, desarrollar planes de nutrición personalizados y cuidar de la seguridad de los atletas.

2. Área técnica: obtener datos para la mejora técnica biomecánica y los invariantes de competición.

3. Área estratégica: obtener datos sobre Estrategias de Lucha Local y Completa.

4. Área de observación/información del adversario: para obtener datos e información técnica sobre los adversarios,

5. Área de pronóstico: para tratar de construir algún pronóstico sobre el resultado de la lucha.

En general, el rendimiento está relacionado con la habilidad, pero los deportes de situación deben considerarse procesos interactivos entre dos oponentes (dobles o de equipo). El comportamiento en deportes de doble situación como el judo depende del nivel de habilidad de los atletas, de las situaciones cambiantes y de los eventos aleatorios que pueden suceder durante la pelea. Un modelo biomecánico correcto de la lucha de judo debe describir tanto la interacción entre los atletas (técnicas de lanzamiento o control, ver Capítulo 5 y 6) como la evolución dinámica en la colchoneta (ecuación de movimiento, ver Apéndice I y III).

Los dos principios físico-biomecánicos de las técnicas de lanzamiento (Capítulo 5) se seleccionaron desde la posición estática de los atletas. Pero, debido a que el movimiento en el tatami es pseudo-uniforme, es posible aplicar el Principio de la Relatividad Galileana a la acción competitiva. Esto significa que el mismo principio es también válido en movimiento durante la competición. El análisis de partidos se basa estrictamente en el análisis de video tanto en tiempo real como fuera de línea. En muchos equipos, el análisis de combates en tiempo real se realiza con una aplicación fructífera. Véase Voleibol, Hockey, Fútbol, algunos equipos de fútbol, etc. Sin embargo, en los deportes de lucha, hasta ahora, se ha utilizado la única aplicación fuera de línea. Eso depende del “corto” tiempo de combate.

El registro de video en tiempo real es solo “mental” hecho por el entrenador en el límite del Tatami. Quizás, próximamente sea posible desarrollar el análisis del partido en tiempo real con la ayuda del analista del partido, apoyando al entrenador en la competición de judo. El software de análisis de partidos de deportes de equipo utiliza muchos instrumentos matemáticos avanzados para la evaluación de bases de datos fuera de línea, desde algoritmos de minería de datos hasta algoritmos de modelos jerárquicos ocultos de Markov. Este software puede seleccionar automáticamente estrategias ocultas de las miles de imágenes almacenadas en una base de datos. Para el judo, estos algoritmos deben concentrarse en detalles específicos de las imágenes, como agarres, invariantes competitivos, la dirección de la aplicación de la técnica o técnicas particulares vinculadas entre sí. Si se tienen en mente los métodos matemáticos avanzados, el judo debe incluirse en la teoría de los sistemas adaptativos complejos. Dichos sistemas son realizados por agentes interactivos (los Atletas) que se ajustan continuamente a la situación cambiante (Estrategia y Tácticas) al igual que su percepción del cambio del entorno (Acción del Atleta Adversario). Por lo general, los deportes de situación dual deben analizarse, biomecánicamente hablando, estudiando tanto el movimiento como la interacción.

El análisis de combates puede proporcionar información útil sobre estos aspectos específicos de la lucha. La definición anterior de competición nos da cuenta, que es imposible usar la física newtoniana para estudiar sistemas tan complejos, como un combate. Para ello, necesitamos tecnologías más avanzadas y metodologías biomecánicas y físicas más avanzadas. Destacamos la Mecánica Estadística, la Teoría de Juegos, el Análisis de Sistemas Estocásticos y la Teoría del Caos. El estudio biomecánico avanzado de los deportes de situación dual puede darnos una visión unificada de dichos deportes unidos entre sí por la clase de movimiento. La clase browniana de movimiento (ver Apéndices I, II y III), en todas las aplicaciones como clásico, activo, fraccional, etc. Las diferencias hay que encontrarlas en la fase de interacción, que es diferente en cada deporte. Este capítulo profundizará en el aspecto más crítico del análisis de partidos para los entrenadores. El uso primario actual en todo el mundo aplicó la exploración de adversarios.

9.1 Área fisiológica: insumos para el acondicionamiento, la nutrición y la seguridad

El primer objetivo del análisis del combate es obtener, a partir del análisis de movimiento, datos para evaluar la contribución relativa del sistema de energía durante la lucha de judo. A través de este enfoque, se individualizarán programas de acondicionamiento más ajustados para cada atleta, prescribiendo la duración e intensidad ideales de la actividad de acondicionamiento del judo.

La segunda utilización de estos datos está relacionada con la dieta nutricional adecuada. Debe activar diferentes fuentes de energía (restauradas correctamente por una dieta correcta) en el cuerpo del atleta para realizar un excelente rendimiento de alto nivel. Si obtenemos un rendimiento de alto nivel, debemos acondicionar las fuentes de energía más activadas durante la competición. El objetivo es garantizar la aportación energética adecuada durante la actuación. En el área de los datos fisiológicos, el análisis cuantitativo de los partidos, bien realizado, podría ayudar de tres maneras principales:

a. Evaluación neta del costo de energía más preciso como insumo para el acondicionamiento
b. Control del desarrollo y efectividad del condicionamiento
c. Prevención de accidentes. Por lo general, el costo de la energía podría estar relacionado con la estructura de tiempo del concurso.

Varios investigadores evaluaron este campo, y los resultados más importantes se muestran en la siguiente tabla.

Authors	Activity (s)	Pause (s)
Castarlenas and Planas (1997)	18 ∓ 9	12 ∓4
Monteiro (1995)		
1st min	25.8 ∓ 7.8	9.5 ∓ 3.2
2nd min	27.0 ∓9.0	10.4 ∓4.5
3rd min	27.0 ∓ 9.7	13.4 ∓ 7.6
4th min	22.4 ∓9.3	13.2 ∓7.3
5th min	18.9∓ 10.4	13.9∓ 9.0
Sikorski et al. (1987)	30	13
Sterkowicz and Maslej (1998)	25	10
Van Malderen et al. (2006)		
Female	19.9 ± 7.3	7.5 ± 6.2
Male	18.8 ± 9.0	9.1 ± 5.1

Tabla 9.1. Estructura temporal en combates

Aunque se han realizado estudios sobre las demandas fisiológicas del judo anteriormente, Degoutte et al. encontraron algunas perspectivas nuevas. Primero, evaluaron los requerimientos energéticos durante un combate de judo y no en un laboratorio o ejercicios especiales. La evaluación se realizó mediante el abordaje nutricional. Demuestran que un combate de judo induce tanto el metabolismo de las proteínas como del metabolismo de los lípidos incluso si se pone en marcha el sistema anaeróbico, con niveles medios de lactato plasmático de 12,3 mmol/l. El significado de estos resultados fue que el glucógeno en el músculo no era el único sustrato utilizado durante un combate de judo. Varios factores, como la disponibilidad de carbohidratos, la adaptación al entrenamiento y el estrés metabólico, deben ser responsables del uso de estos sustratos.

En la siguiente figura es posible ver un ejemplo de resultados de primer nivel de Análisis de combates aplicados al fenomenal campeón Teddy Riner de Francia.

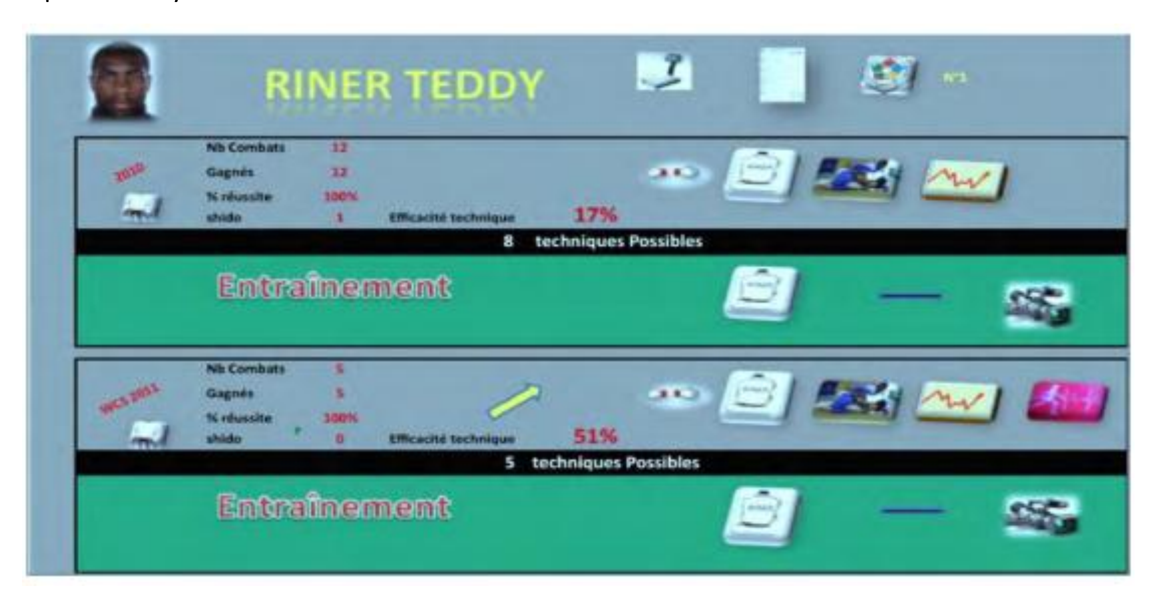


Fig 9.1.a Resultados del Análisis de combates de primer nivel en la Federación Francesa de Judo

En general, para el judo, la fuente de energía esencial es el sistema anaeróbico, lo que significa movilizar muchas veces, la energía suficiente para contracciones fuertes y rápidas en tiempos cortos. Este tipo de fuente energética es bien conocida como anaeróbica aláctica y utiliza como fuentes el ATP y CP. Además, durante el combate, para el atleta también es necesario realizar contracciones poderosas basadas en otras fuentes, agotamiento de glucógeno con un aumento simultáneo de lactato. El metabolismo aeróbico afecta a un aspecto diferente del rendimiento. Afecta a la mejor economía de la contracción muscular en el combate, a las catabolizaciones rápidas y a la rápida reconstrucción de la capacidad de

rendimiento durante el combate y el descanso. Es interesante considerar que hoy en día los programas de levantamiento de pesas realizan más trabajo con fines de acondicionamiento. Este es un sistema de condicionamiento más rápido, pero a menudo porque estos programas, tomados por otros deportes cíclicos no complejos, caen en el límite de linealización del condicionamiento clásico. Quizás, a un alto nivel, lleve más tiempo, pero sea más efectivo desde el punto de vista del condicionamiento no lineal utilizar una actividad de judo variada y adecuada como el antiguo dojo japonés, con ergómetros modernos.

Estoy de acuerdo con el libro del Sr. Pulkkinen en que los datos fisiológicos y el costo de energía tomados por las peleas de estilo de lucha libre podrían ser similares al judo, pero solo en una primera aproximación, y esos datos solo se pueden usar en falta de datos de judo, porque en un análisis biomecánico más profundo, la dinámica de la competición de judo, en términos de movimiento e interacción de un par de atletas, es diferente. Por lo general, es un problema desafiante tomar una medición valiosa de los parámetros fisiológicos durante la competición, porque no es posible tomar muestras de sangre durante una pelea oficial, sino solo antes y después de la competición.

La primera dificultad surge de la gran variedad de indicadores fisiológicos (muy diferentes) conectados al complejo sistema del cuerpo humano. La segunda dificultad surge de la no linealidad de las respuestas del cuerpo humano. Debe considerarse la propiedad de esta complejidad, pues dado que muchas estructuras y procesos internos del cuerpo que interactúan de manera no lineal entre sí, es posible que surjan de diferentes funciones y, a menudo, comportamientos inesperados. La tercera dificultad es el enfoque lineal básico que, como supuesto subrayado, está conectado hasta ahora con los indicadores fisiológicos. En una palabra, es complicado conectar, sin ambigüedades, los parámetros fisiológicos lineales con el "estado real" del cuerpo humano no lineal.

El mejor enfoque para los atletas de élite probablemente sería tener para cada atleta una base de datos con el consumo relativo de energía tanto en el lanzamiento personal como en el trabajo de base específico realizado en condiciones de pelea similares. Estos datos podrían utilizarse como datos de referencia (valor límite bajo) para extrapolar el consumo energético medio de cada combate real, por ejemplo, sumando únicamente el número de diferentes acciones de judo realizadas en él. Hay que sumar y tener en cuenta para una mejor evaluación: la velocidad media de desplazamiento de un par de atletas (movimiento), la velocidad de cada ataque (interacción) y las paradas durante la pelea. Todo lo que podría ser evaluado por los datos digitales obtenidos por el video de la pelea (para considerar parámetros físicos como la velocidad en términos de oxígeno, posiblemente se refiera al apéndice I, y para el costo del ataque a la aproximación de Franchini, ver Costo de Energía en 5.2.1) para el costo defensivo medio, hay muy pocos trabajos relacionados. Uno de los más completos es el antiguo trabajo de Y. Matsumoto, Takeuchi y Nakamura, "Estudios analíticos sobre la contienda realizada en el Torneo del Campeonato de Judo de Japón" 1978 en el que podemos encontrar una especie de clasificación de defensa Nage waza como se muestra a continuación:

Defensa Nage waza 831 combates		
Defensa mediante el uso del peso corporal.	Defensa mediante hábiles movimientos corporales.	Defensa aplicando Nage waza
523 62.9%	181 21.8%	127 15.3%

Tabla 9.1.a. Defensas aplicadas en Nage Waza (Matsumoto & col.)

En términos de consumo de oxígeno, pocos datos se pueden recopilar sobre este argumento. Quizás el más indicativo sean los datos antiguos de Matsumoto (ver Tabla 5.4.a, 5.4.c, 5.4.d costo de energía). El autor propuso la siguiente ecuación en Sacripanti, Amedov (2021).

$$\overline{E(O_2)} \approx \sum_{i,k}(A_i^{O_2} + A_k^{O_2}) + \sum_i D_i^{O_2} + \sum_n G_n^{O_2} + \sum_m L_m^{O_2} - \sum_s \frac{t_s}{\tau} RMR$$

Ai^{O2} = Ataques en $Tachi\ Waza$ con lanzamientos de palanca donde O_2 = Los lanzamientos de palanca pueden tener dos posibles soluciones de trabajo relacionadas con la forma de ejecución:

1) con levantamiento, funciona como O_2, es = (F_L + ½ mg) $v_L t_L$

2) sin levantar, trabajar como O_2, es = $F_L\ v_L t_L$

Ak^{O2} = Ataques T$achi\ Waza$ con lanzamientos de par de fuerzas con O_2 = $Fcvctc$
F_L= Fuerza aplicada por la palanca
½ mg= peso del adversario
v_L= Velocidad de ataque de la palanca
t_L = Tiempo de ejecución del lanzamiento de palanca
F_C= Fuerza aplicada para la pareja
v_c= Velocidad de ataque de la pareja
t_c = Pareja a la vez
Di^{O2} = Trabajo defensivo como O_2 tanto para Tachi Waza como para Ne Waza
Gn^{O2} = Trabajo de piso como O_2
Lm^{O2} = Trabajo de locomoción como O_2 = $\mu\ vL2tL$
μ = Coeficiente de fricción
vL^2 = Velocidad de locomoción al cuadrado
t_L = Tiempo de locomoción
RMR = Tasa metabólica en reposo como O_2
t_s = Hora de parada
τ = Tiempo de combate regular

Por lo general, los datos metabólicos para situaciones como el judo se toman de la literatura o de la evaluación indirecta. Sin embargo, las tecnologías avanzadas podrían ser capaces de tomar datos directos sobre el consumo metabólico medio en competición. A continuación, mostramos algunos resultados de los trabajos realizados por el autor en relación con el Prof. Dal Monte y la Dra. Faina del Comité Olímpico Italiano en la década de 1990 en la Escuela de Deportes del CONI. Por primera vez, en este trabajo se utilizó una termo cámara mediante la cual fue posible obtener datos de los músculos más calientes después de una actuación, con una precisión de 0,1 C°. Además, durante estos análisis se probó por primera vez una conexión con el consumo de oxígeno mediante una ecuación específica construida por el autor. En el siguiente párrafo se muestran Termogramas de una técnica de judo: Koshi Guruma. Los resultados con la ecuación utilizada en términos de evolución de energía en diagramas de tiempo.

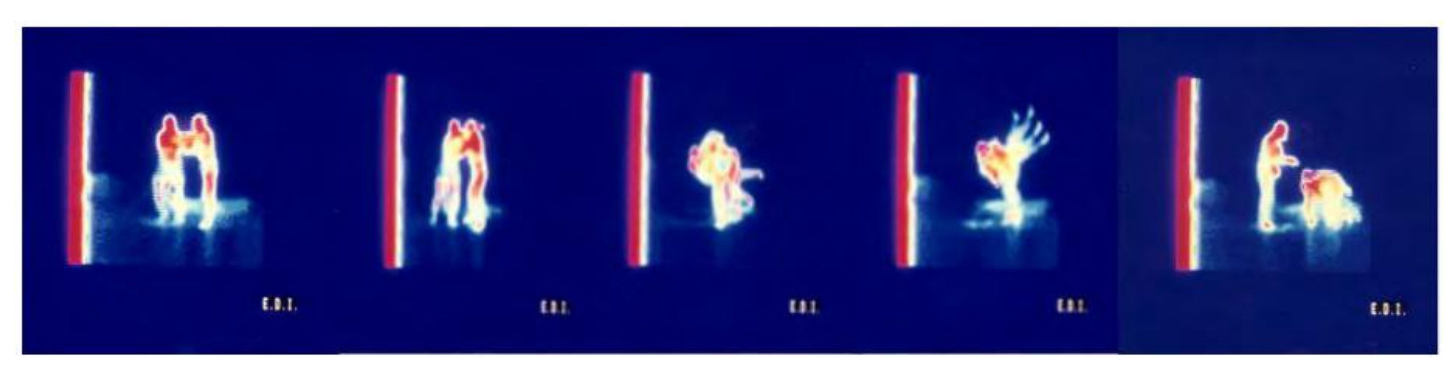


Fig. 9.1.a Termogramas de Koshi Guruma 1990x

$$
S\sigma\varepsilon\left(\frac{T_s^4-T_a^4}{t-t_0}\right)+0.6n\frac{kS\,\mathrm{Re}^{0.8}\,\mathrm{Pr}^{0.33}}{l}\frac{T_i-T_a}{t-t_0}+\left\{e^{-\frac{4S}{lh}\frac{T_s-T_b}{T_b-T_a}}\right\}
$$

$$
\left\{\left[0.132\varepsilon_h\frac{4S^2k\,\mathrm{Re}^{0.8}\,\mathrm{Pr}^{0.33}}{hl^2}\frac{(T_s-T_a)^{1.2}}{T_a^{0.2}(t-t_0)}\right]+\left[0.16(1-\varepsilon_h)\frac{4S^2D\lambda\,\mathrm{Re}^{0.8}\,Sc^{0.33}}{Rl^2h}\left(\frac{M_se_s}{T_s}-\frac{M_ae_a}{T_a}\right)\frac{(T_{vs}-T_{va})^{1.2}}{T_{va}^{0.2}(t-t_0)}\right]\right\}
$$

$$
\left\{e^{-(0.2\varepsilon^2+0.5\varepsilon-0.7)\frac{\lambda P-\sum}{\lambda P}}-1\right\}=\frac{\partial O_2}{\partial t}
$$

Ecuación de Sacripanti:

S= Superficie corporal del deportista
Ts = temperatura media de la superficie de la piel
Ta = temperatura ambiente media
σ = Constante de Stefan-Boltzmann
ε = emisividad de la piel
k = conductividad térmica del aire
Sp = superficie efectiva de los pulmones
Re = Número de Reynolds.
Pr = Número de Prandtl
Ms,a=masa de vapor de agua
R= constante de gas

l = dimensión torácica del deportista
h = altura del atleta
P= Peso del deportista
Sc= Número de Sherwood
D = difusividad molecular en el aire
Λ = calor latente de vaporización
e_S = Presión parcial de vapor de agua de la piel
e_A= Presión parcial de vapor de agua ambiental
$T_{va,vs}$= temperatura virtual de la piel y del ambiente

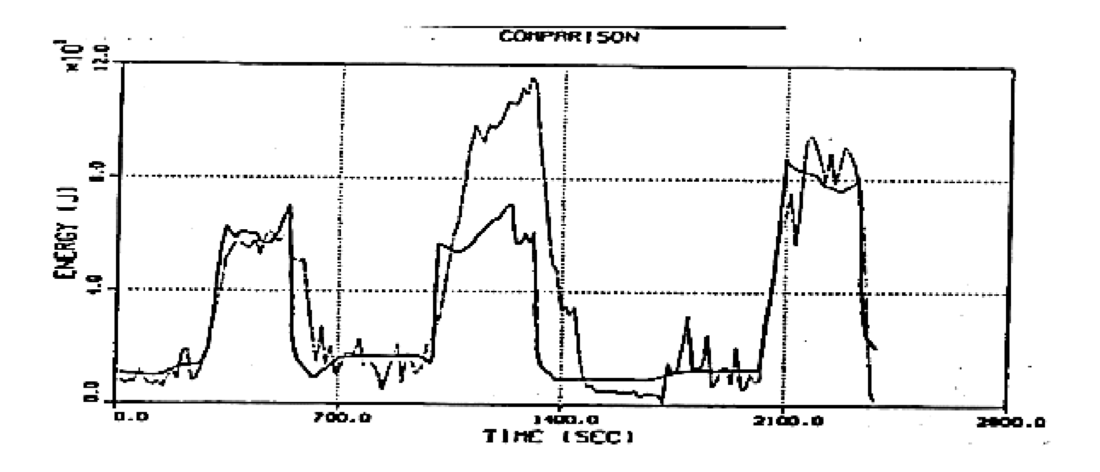


Fig.9.1.b Consumo de energía recuperado por emisión térmica (Sacripanti)

Sobre la base de la evidencia de que la fuente de energía es el oxígeno, actualmente los fisiólogos intentaron entrenar el sistema respiratorio de los atletas por medio del llamado entrenamiento inspiratorio. El entrenamiento inspiratorio implica el entrenamiento de la respiración resistida para aumentar la fuerza, la eficiencia y la resistencia a la fatiga del diafragma. Los músculos respiratorios pueden fatigarse durante el ejercicio, y la fatiga de los músculos respiratorios puede afectar el rendimiento del ejercicio a través de varios mecanismos, como el aumento de la disnea y el aumento de la fatiga muscular periférica. Funciona reduciendo los efectos del llamado reflejo metabólico (un fenómeno en el que el cuerpo reduce activamente el flujo sanguíneo a los músculos que trabajan cuando los músculos respiratorios se fatigan).

Aplicado a deportes más simples y cíclicos, parece que el entrenamiento de los músculos respiratorios, aumentando la su fuerza y función, mejora el rendimiento del ejercicio. Es beneficioso para varios deportes cíclicos (correr, andar en bicicleta, nadar, etcétera). La investigación sugiere que el entrenamiento debe implicar 30 respiraciones al 50% de MIP

(presión inspiratoria máxima), completadas dos veces al día. Cuando lo use como rutina de calentamiento, intente realizar 30 respiraciones al 40% de MIP en una o dos series. Los investigadores han encontrado beneficios después de 4-6 semanas de entrenamiento.

Sin embargo, los datos sobre el judo complejo son contradictorios. De hecho, Krauspenhar Merola y sus compañeros de trabajo concluyeron su trabajo en 2019 de esta manera. En conclusión, encontraron que la alta carga de IMW combinada con calentamientos específicos de judo no mejoró el rendimiento del judo en atletas de judo de élite. Pero Carolina Cirino y colaboradores 2021[22] afirman que, en resumen, el estudio sugiere el uso de IMPA (40) (preactivación de los músculos inspiratorios) como un recurso seguro, legal y no invasivo que juega un papel positivo en el combate de judo. Basado en el análisis integrador por modelo de red complejo, IMPA (40) aumentó la conectividad y la influencia de los parámetros físicos y técnico-tácticos y destacó los nodos de combate importantes para apoyar el rendimiento en judo. De acuerdo con las métricas de centralidad, el IMPA (15) estimula las interacciones entre los parámetros psicofisiológicos, físicos y fisiológicos. Estos resultados confirman el efecto positivo del IMPA en la modalidad de judo, señalando esta estrategia para preparar el organismo (IMPA 15) y para mejorar el rendimiento (IMPA 40) en un combate de judo. Sin embargo, estos son dos estudios pioneros sobre el argumento de que, como una buena elección, el tiempo y los estudios posteriores nos darán la respuesta correcta.

Seguridad de los atletas

Los datos termográficos también son útiles para la seguridad de los atletas. (Véanse los Apéndices V a VI). En términos generales, la temperatura superficial alta de los músculos locales en reposo es indicativa, por ejemplo, de derramamiento de sangre subcutáneo. En ese caso, podría ser un indicador preventivo de algún problema en las fibras musculares. Teniendo en cuenta datos indicativos similares, es posible prevenir daños más peligrosos en la estructura muscular del deportista. En la siguiente figura, es posible ver la respuesta térmica producida por el daño por deformación del cruzado posterior. Es el daño potencial debido a la ejecución incorrecta de Suwari Seoi (o drop seoi). Véase el Apéndice VI.

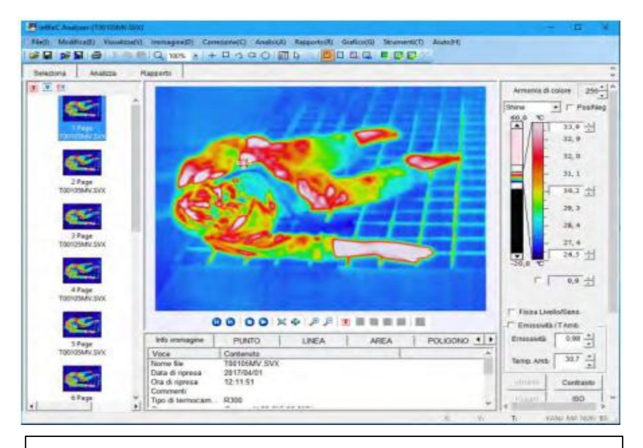


Fig.9.1.c Termograma de niños Ukemi (ver Apéndice V)

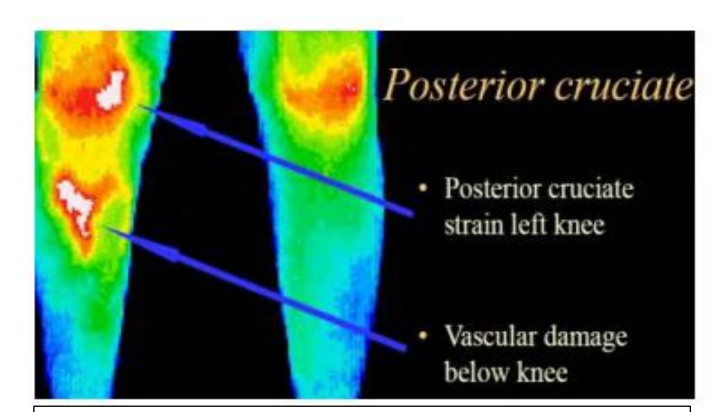


Fig.9.1.d Indicación térmica de una distensión del cruzado posterior. (Ver Apéndice VI).

9.2 Área Técnica: Insumos para la Optimización Biomecánica

Estático (mínimo de energía), Dinámico (máxima efectividad)

[22] Cirino C., Claudio A., Gobatto, Allan S. Pinto, Ricardo S. Torre, Charlini S. Hartz, Paulo H. S. M. Azevedo, Marlene A. Moreno, Fúlvia B. Manchado-Gobatto. (2021). Complex network model indicates a positive effect of inspiratory muscles pre-activation on performance parameters in a judo match, Nature Scientific report 05.

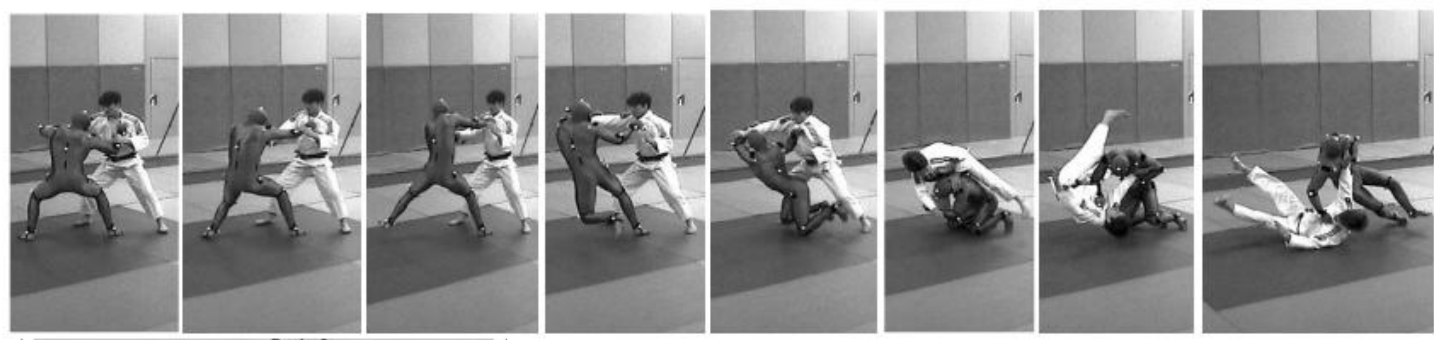
Del vídeo se podrían destacar otros datos esenciales. En primer lugar, sobre la calidad biomecánica de las técnicas del deportista y, en segundo lugar, estadísticas y frecuencia que pueden ser útiles para que un entrenador evalúe la capacidad de rendimiento con algunos índices "ad hoc". Otros índices únicos se pueden encontrar en la estructura de la pelea. Algunas situaciones especiales ocurren con más frecuencia, a las que llamamos una convención "Invariantes de lucha" e "Invariantes competitivas". Estas situaciones especiales deben ser estudiadas y repetidas durante el entrenamiento técnico específico posterior a la pelea. Los atletas deben utilizar estas repeticiones para aprender la mejor manera de gobernar tales casos (interacción) que son la parte más crítica de la competición. El análisis de la posición del cuerpo relativo que muy a menudo ocurre durante las peleas es esencial.

a) Mejora biomecánica e invariantes de acción

Con la cámara lenta del combate se puede entender la preparación técnica del atleta y tomar datos para su perfeccionamiento tecnológico. Actualmente, este aspecto del análisis de combates de judo es una parte mundial del entrenamiento especializado y su mejoramiento. El problema biomecánico del progreso técnico en el Judo no es sólo un problema de capacidad técnica del atleta, sino más a menudo de la situación posicional específica producida por el adversario en el sistema de acoplamiento. El enfoque biomecánico correcto considera a un par de atletas como un sistema completo que está un equilibrio estable en el que la fase de transición Kuzushi Tsukuri depende en gran medida de la posición y la acción del adversario. Es interesante recordar que, en este momento, las clases Nain se seleccionaron en el judo japonés para definir la acción correcta de Tori utilizada para superar la posición defensiva de Uke.

1. Tobi Komi (saltando)
2. Mawarikomi (girando)
3. Hikidashi (retirada)
4. Oikomi (corriendo)
5. Daki (para abrazar sosteniendo)
6. Debana (Frustrar al oponente)
7. Nidan Biki (tirón de dos etapas)
8. Ashimoki (agarre de pierna)
9. Sutemi (caída del cuerpo)

Todas estas acciones biomecánicas son adecuadas para mejorar la fase Kuzushi-Tsukuri en el posicionamiento competitivo real. Pero hoy en día, con el crecimiento de los estudios científicos en el mundo, estos viejos enfoques cualitativos (ya prácticos) son desplazados del análisis del actual. En su lugar, se utilizan tecnologías avanzadas como "Biogesta saga 3D o el sistema Vicon". Con estos métodos, se estudia la cinética y la cinemática de las técnicas y seleccionan las "Invariantes de Acción" relativas a cada técnica para aplicar una fase de Kuzushi Tsukuri muy efectiva. Las invariantes de acción son movimientos similares que son posibles de encontrar cada vez en la fase Kuzushi-Tsukuri del Lanzamiento. Mostramos los interesantes resultados obtenidos por un estudio francés sobre Ippon Seoi Nage. Resultados similares podrían extrapolarse de cada lanzamiento de judo.



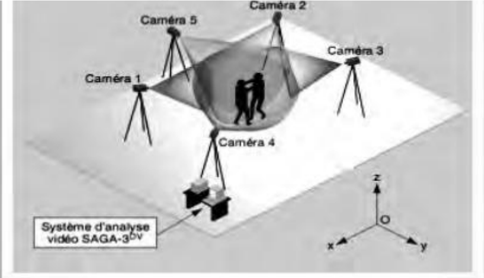


Fig.9.2.b Investigaciones biomecánicas avanzadas sobre Suwari Seoi mediante el sistema Saga (Poitiers Fr.)

- Utilización de todo el cuerpo. Inclinación previa al
- Inicio del giro con las
- **kuzushi**
- Posicionamiento y fortalecimiento de rango óptimo
- Apertura Ángulo Tronco-brazo
- Giro cadera-hombro
- Girando por los hombros
- **Tsukuri**
- Giro
- Inclinación post-giro
- Descenso vertical/anteroposterior
- Incremento del giro
- **kake**
- Incremento desequilibrio hacia
- Propulsión hacia delante
- Cierre Angulo brazo/tronco

Diag.9.2.a. Suwari Seoi "Invariantes de acción" identificadas mediante análisis mecánico. Tomado de: Blaise & Trilles Análisis mecánico comparativo del mismo lanzamiento de judo: Seoi Nage, realizado por cinco expertos de la Federación Francesa de Judo - Science & Motricité n° 51 —49-68 -2004/1

Curiosamente, estas invariantes de acciones deben remontarse a la ecuación de Hamilton-Lagrange y al principio de acción de Hamilton en biomecánica avanzada.

$$S(q,t)=\int L(q,\dot{q},t)dt$$

Donde S = la Acción; y L= el Lagrangiano del sistema

Si consideramos en una primera aproximación constante la energía externa del sistema (campo gravitacional), es posible escribir:

$$S(q,t)=W(q)-Et=L(q,\dot{q})$$

$$\delta S(q,t)=\delta\int_{t_1}^{t_2} L(q,\dot{q})dt=\delta\int_{t_1}^{t_2}\left[\frac{\partial L}{\partial q}-\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}}\right)\right]\delta q dt=0\Rightarrow$$

$$\frac{\partial L}{\partial q}-\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial L}{\partial \dot{q}}\right)=0$$

$$\textit{if the system is not conservative, we must write:}$$

$$\frac{\partial E}{\partial q}-\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial E}{\partial \dot{q}}\right)+Q=0$$

De acuerdo con el principio de Hamilton, la verdadera evolución de S(q,t) es una evolución para la cual la acción es estacionaria (un mínimo, un máximo o un punto de silla). Por lo general, en Judo Acción, se pide el mínimo. Entonces, a esto se le llama el principio de acción mínima. En términos de Judo, las Invariantes de Acción deben ser reconocidas como el camino mínimo, en el tiempo, del cambio del cuerpo para adquirir la mejor posición de Tsukuri-Kuzushi para cada lanzamiento de Judo. Esto es posible en un campo conservador. Sin embargo, consideremos un campo no conservador. Entonces, es necesario considerar para el balance global el calor que emite el Q. En esta situación, no es posible encontrar un mínimo de la acción.

Entonces, en el caso de que sea posible encontrar un mínimo, se cumplen los dos principios biomecánicos siguientes:

a) Lo mejor es la técnica de judo y lo mínimo es el consumo de energía de los atletas.
b) Lo mejor es la Técnica del Judo, el mínimo es la trayectoria de movimiento de los atletas.

El actual segundo nivel de análisis de combates tiende a estudiar más profundamente el aspecto competitivo más crítico del lanzamiento: la fase Tsukuri-Kuzushi. Muchos estudios se han desarrollado en el mundo para entender la mejor manera de lograr una mejor posición relativa dentro de un par de sistemas de deportistas. Hay que recordar, por ejemplo: Análisis de los diferentes movimientos de tsurite de los competidores de judo de élite en el boletín de 2005 de la asociación para el estudio científico del judo del Kodokan; de Akitoshi Sogabe (Universidad de Konan) y otros, La Biomecánica de la Pérdida de Equilibrio en el Judo Deportivo Olímpico, posibilidades de medición de parámetros biomecánicos por Nowoiski del Centro Olímpico de Hannover Alemania 2005, o Una Investigación Biomecánica del kuzushi de O Soto Gari en la competición internacional de la Copa Kano de Komata, y colaboradores 2005 o Kuzushi y Tsukuri y la Teoría de la Resistencia a la Reacción de Rodney. Imamura (Universidad Estatal de California, Sacramento) e Iteya en el boletín Kodokan 2007. Desde el punto de vista biomecánico, es fácil comprender que el problema consiste en acortar la distancia relativa entre los atletas y el sistema de acoplamiento (véase también el análisis de Weer en el capítulo 7 anterior). Por lo tanto, es fundamental realizar una fase de Kake muy efectiva.

En el gimnasio, el análisis de combates puede ser útil para enseñar lecciones, en situación estática, con una optimización mínima del consumo de energía. El enfoque más factible es analizar primero el sistema de pareja de atletas en una situación estática para la optimización. Esto significa que los atletas siguen estando estáticos y la velocidad de cambio de la pareja cero. En la Situación Fija Estática del Gimnasio (Dojo), los Entrenadores analizan la Interacción del Judo (lanzamientos, old-down, rotura de articulaciones y asfixia).

La biomecánica nos permite optimizar la minimización del gasto energético (tal y como indica Kano). Como resultado, también se realizan Osaekomi waza (mantener inmovilizado), Kansetzu Waza (bloqueo de articulaciones), Shime Waza (estrangulaciones), de acuerdo con las leyes de la física, con menos consumo de energía. La biomecánica considera los lanzamientos clásicos en solo dos clases:

1. Sistema de palanca, más caro energéticamente
2. Sistema de cupla/par de fuerzas, menos costoso energéticamente

La acción estática de las técnicas de lanzamiento pasa por algunas fases específicas: Desequilibrio, Posicionamiento y Lanzamiento, o en la tradición japonesa (Kuzhushi, Tsukuri, Kake). En el grupo de Palanca, el Centro de Masa de Uke (COM) cambia en el espacio y los lanzamientos dependen de la gravedad y la fricción, son más caros y no están totalmente optimizados. Se pueden optimizar aún más cambiando la longitud en el brazo de la palanca. Por ejemplo, desde el Seoi de pie [Ippon Seoi Nage] hasta el Seoi arrodillado [Seoi Otoshi], pasando por el Drop Seoi [Suwari Seoi], o desde el Hiza Guruma hasta el Sasae Tsurikomi Ashi.

En el Grupo de la Pareja, el Centro de Masa (COM) de Uke, si ambas fuerzas se aplican simultáneamente, gira sobre sí mismo. Por lo tanto, en esta situación hipotética, todos estos lanzamientos son independientes de la gravedad, menos costosos y totalmente optimizados.

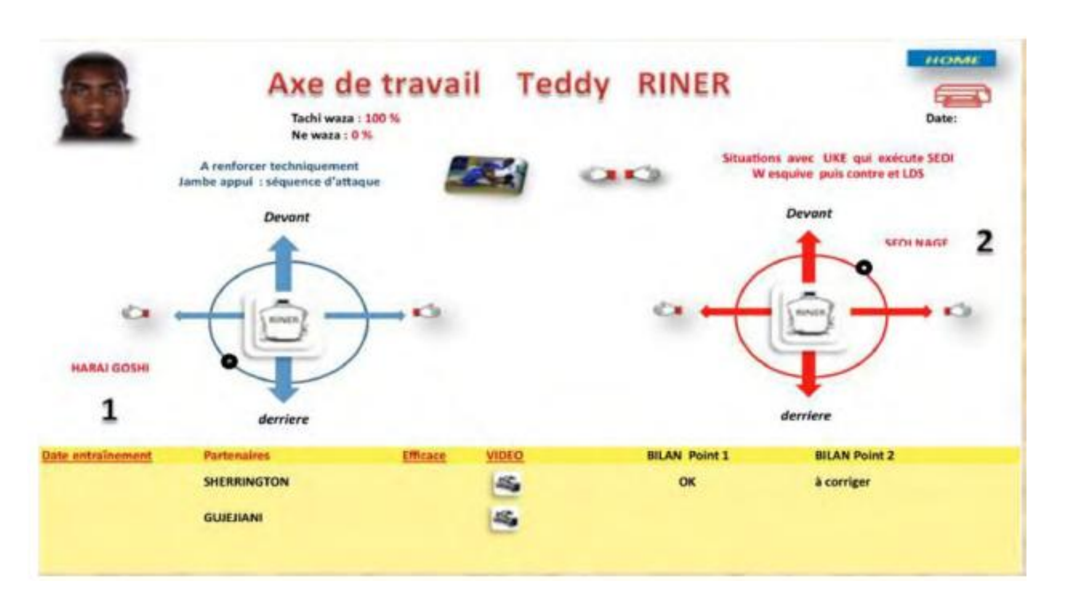


Figura 9.2.c Resultados del análisis de combates de segundo nivel en la Federación Francesa de Judo

A) Invariantes competitivos

La base del análisis del combate es el enfoque estadístico de los datos de la competición. El segundo aspecto importante destacado por Weer y otros entrenadores fue el estudio de la habilidad de agarre. Clásicamente, es suficiente ver la posición de las manos y el poder aplicados al cuerpo del adversario, pero hay otro aspecto más sutil de la lucha, destacado en la primera edición de este libro. Sin embargo, en la práctica, esto se ha pasado por alto. Pensemos más profundamente, el movimiento en la colchoneta. Es el resultado de muchos empujes y tirones aplicados por los agarres, pero es imposible usar un empuje o un tirón sin contacto con la colchoneta por los pies. Por ejemplo, aplicar las mismas fuerzas de empuje-tracción en el sistema de acoplamiento, usando patines, ¡entonces obviamente será imposible usar nada!

Ahora, después de eso, es comprensible el significado de la llamada "Paradoja de los agarres biomecánicos".

¿Cuál es el aspecto esencial de los agarres (Kumi Kata)? ¡La posición de los pies es el aspecto más crucial de los agarres!

La posición de los brazos es esencial para definir las direcciones de las fuerzas para lanzar al adversario. Sin embargo, sin una base de apoyo sólida, la posición de los brazos no es importante. Este es el tipo obvio de visión de lucha, no ver simplemente de una manera directa: o la posición de los brazos, o la posición relativa de los cuerpos, o el poder aplicado al adversario. Pero la forma correcta es acercarse al sistema, mirando a la Pareja de Atletas y no al atleta individual. Esta es la visión biomecánica correcta, o en otras palabras, la idea moderna de la competición de Judo. Desde el punto de vista estratégico, este otro aspecto provino del estudio que suele realizar el entrenador durante la competición. Esta perspectiva se descubre a partir del análisis de todo el sistema, "pareja de atletas cerrados" (después de los agarres estabilizados). Si la competición se aborda de esta manera, muchos aspectos interesantes del adversario, tanto desde el punto de vista estratégico como técnico (lanzamiento), son pasados por alto por el análisis del sistema. Las Invariantes Competitivas señaladas por el autor son las llamadas "Posición de Guardia", que son las posiciones de agarre o agarre que un par de atletas conseguían durante los combates. (Ver Análisis biomecánico de la competición). Estas posiciones podrían clasificarse en función de dos rangos relativos: la distancia entre las cabezas y la distancia entre los pies en dos grupos principales relacionados con la velocidad de cambio. Cada grupo podría dividirse en tres subclases relacionadas de izquierda a derecha con el aumento de la velocidad de cambio de la pareja.

Estas posiciones están fuertemente relacionadas con la lucha preferida de cada atleta. En particular, el autor fundó seis clases de "Invariantes Competitivas" relacionadas con la velocidad creciente de la pareja. Es posible recopilar todas las infinitas posiciones de agarre que un par de atletas podrían construir en sistemas cerrados. Biomecánicamente hablando, cada posición está conectada al Tokui Waza que al Atleta le gusta aplicar en tal situación de movimiento.

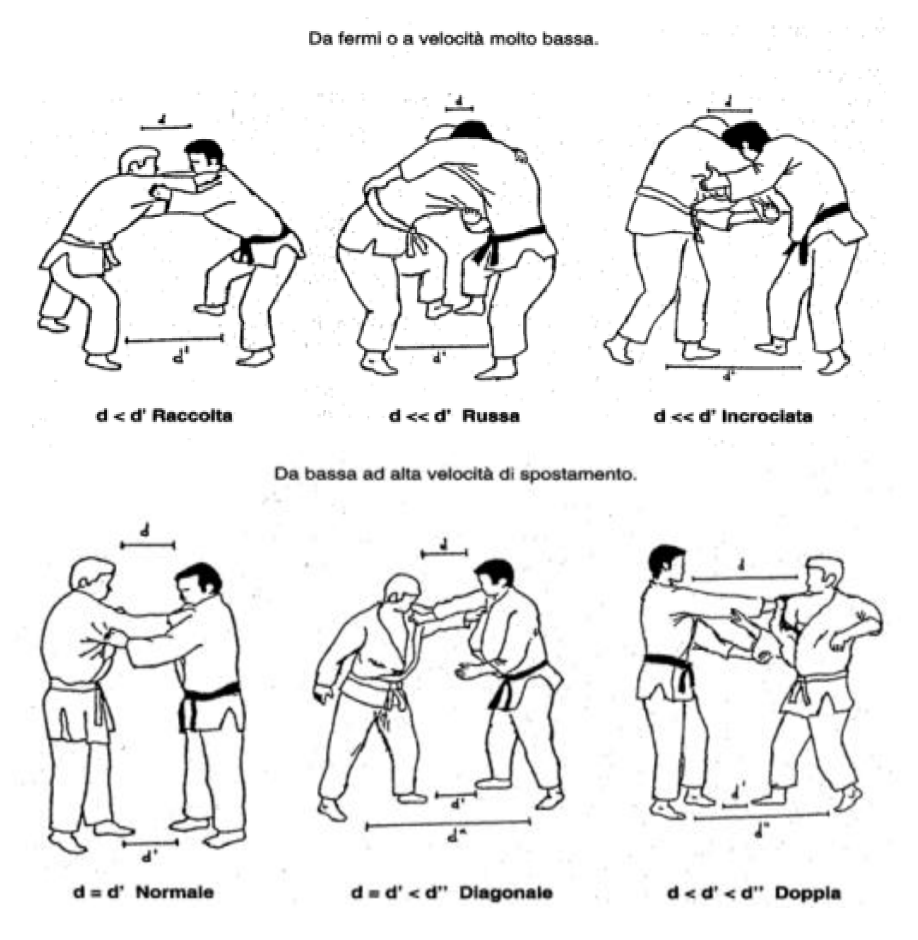


Fig.9.2.d, Seis clases de posición de guardia (invariantes de competición) relacionadas con la velocidad de cambio de pareja. (Sacripanti)



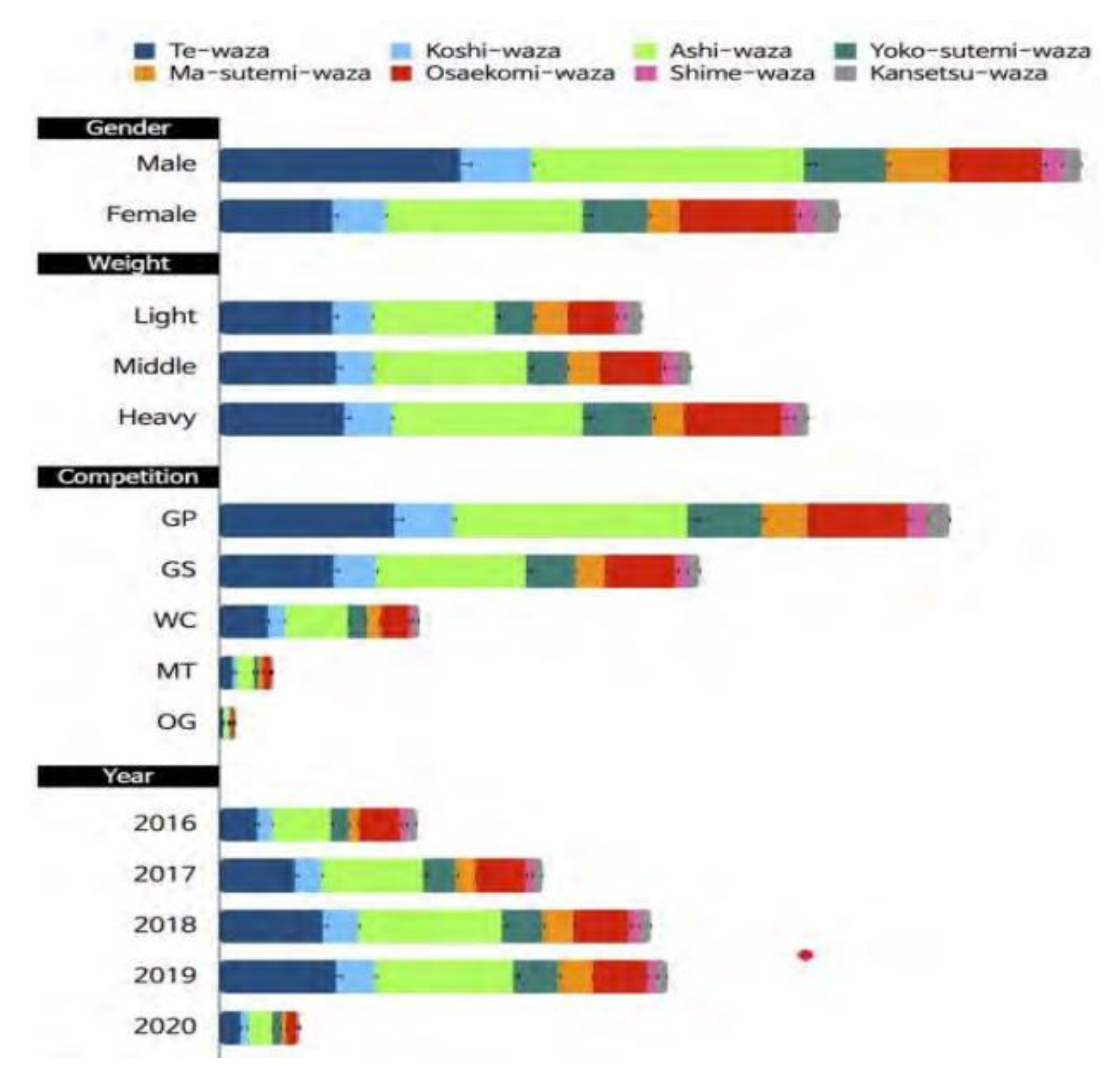
Fig.9.2.e.f.g.h.i.j, Las seis clases de posiciones de guardia relacionadas con la velocidad de cambio de pareja en una competición real. (Finch, Zahonyi), Hoy en día, los primeros tres están permitidos sólo para situaciones de ataque instantáneo.

Luego, supongamos que el entrenador ve la posición de guardia (invariante competitiva) y entiende el movimiento de ritmo del adversario. En ese caso, puede obtener una vista previa de la clase biomecánica de su Tokui Waza preferido. Recordando que las clases biomecánicas están relacionadas con la velocidad de cambio (Capítulo 3). Será más fácil, por ejemplo, que el entrenador recomiende a su atleta cambiar el ritmo de movimiento de tal manera que aumente la dificultad para que el adversario aplique la fase Kuzushi-Tzukuri conectada tanto con su Tokui Waza como con la velocidad preferida. O que es más fácil utilizar técnicas de par de fuerzas a alta velocidad de cambio que técnicas de la palanca física. Hoy en día, con la evolución del combate, los atletas de élite pueden cambiar de posición de guardia durante la pelea. Los lanzamientos de velocidad de conexión siempre son válidos y valiosos para contrastar el movimiento de ritmo cambiado. Obviamente, en tal situación, intentar la victoria significa conectar toda esta información en un enfoque de combate completa. Las acciones Invariantes, Invariantes Competitivas, Renraku Waza, Renzoku Waza, Kaeshi Waza y varias posturas deben llevarse a cabo en las situaciones más diferentes cada vez que más judokas luchan de manera similar. Pueden desarrollarse completamente durante el entrenamiento como Yaku Soku Geiko o Sute Geiko, antes de probarlos en competiciones reales. Finalmente, al final del camino de este atleta, la pelea debe ser la prueba real del entrenamiento técnico completado y la habilidad adquirida. El constante Randori especializado en los argumentos anteriores construye un enfoque creíble de la competición real con una habilidad completa que funcionará favorablemente en la aplicación del concurso. Luego, en una situación de competición, los entrenadores deben considerar la dinámica de los sistemas: en tal situación, el entrenador debe enfocar su trabajo y actividad atlética no en el enfoque de ahorro de energía, sino en el objetivo de máxima efectividad y considerar la optimización también la utilización de técnicas de lanzamiento no optimizadas como consumo de energía. Supongamos que el entrenador analiza esta situación dinámica (competición) teóricamente. En ese caso, la optimización se basa en la función objetivo. La minimización del gasto energético es una condición necesaria pero no suficiente. Y hace que sea apropiado ampliar el objetivo de optimización con una función objetivo más amplia no simplemente conectada a un mínimo de energía, sino que también considere un mayor consumo de energía en el proceso de Máxima Efectividad. La máxima efectividad se caracteriza por profundos estudios interconectados, que incluyen el estilo técnico, las técnicas de lanzamiento, los tiempos y otros parámetros de control. Uno de estos estudios (Kim y Lee, 2020[23]), basado en los datos de los combates de las principales competiciones mundiales de judo en los últimos cinco años, identifica diferencias en las características generales y técnicas según la técnica de puntuación y los tiempos de puntuación. La exploración de los factores asociados a la técnica de puntuación se presenta

[23] Kim, T.W., y Lee, S.H. (2020). Study for analyzing world judo player's technical type and time. ***Korean Journal of Sport Science***, Vol. 31. No. 3, 557-570

como una estrategia práctica que puede utilizarse para establecer tácticas guiadas. Se analizaron todos los hombres y mujeres que compitieron entre 2016 y 2020. Las diferencias en las características de los principales atletas del mundo según su técnica preferida se indicaron para un área geográfica. Los resultados mostraron que el tipo de habilidad por la técnica de ashi waza fue el más común, según otros estudios (Sacripanti 2019, Pereira Martins 2019, Sobarzo Soto 2020).

Los atletas del continente asiático parecían tener el tiempo técnico más largo, lo que resultó de una excelente fuerza física, buena resistencia y técnicas casi perfectas. Con un estudio exhaustivo como este, es posible mejorar la eficacia del deportista en la competición. En la siguiente figura, vemos los impresionantes resultados globales.



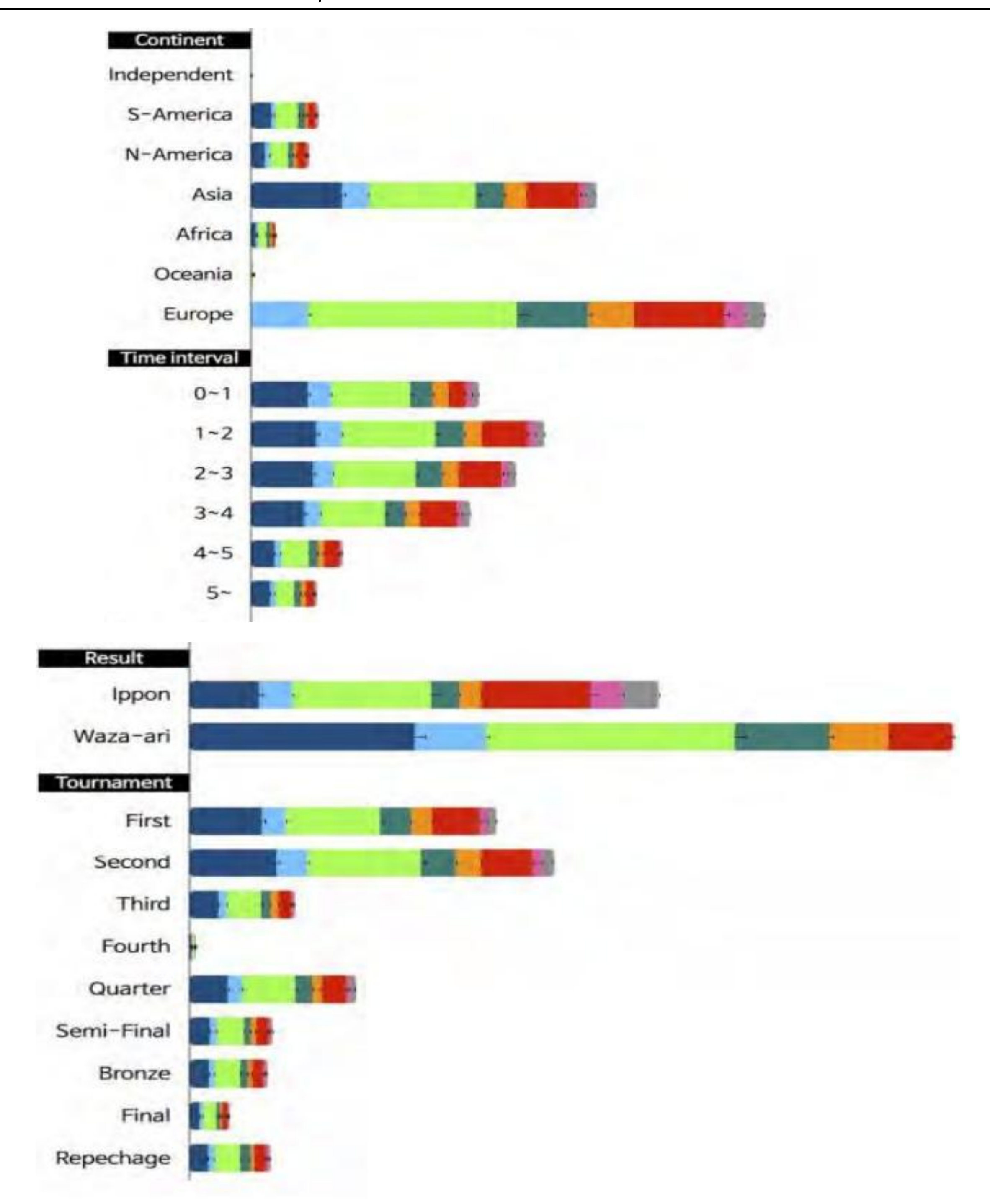


Diagrama 9.2.b Características del tipo técnico, área de países, 2018-2020

Algunos resultados muy actualizados sobre ganadores exclusivamente masculinos de 61 países, en todos los Grand Slam, durante 2021, muestran una tendencia interesante.

Total	3 shidos	Golden score	Total Lanzamientos	Palanca	Cupla	Palanca más aplicada	Cupla más aplicada
841	16.4%	19.4%	693	54.2%	45.8%	Suwari Seoi 23.1%	Uchi mata 24.3%

Tabla 9.2.a Análisis técnico y biomecánico de todos los grand slam GS 2021 (Sacripanti-Lascau) en curso.

Tiempo

En una primera aproximación básica, el judo podría verse como un deporte intermitente, y el tiempo es la clave para obtener información sobre las necesidades fisiológicas de los atletas (ver 9.1 área fisiológica), pero la estructura tiempo-movimiento también se puede asociar con el resultado técnico, estratégico de la competición. En esta aproximación, su conexión con la aplicación técnica fue estudiada por Dal Bello y col. (2019) y Sobarzo Soto y col. (2020), con la ayuda del software FRAMI (ver párrafo 9.4 Uso principal del software de análisis de partidos de judo: exploración del adversario).

El primer análisis de los artículos para atletas masculinos y femeninos mostró los atletas de alto nivel de cada división de peso que se clasificaron para los Juegos Olímpicos. Las competiciones se analizaron sobre las siguientes acciones motrices: aproximación, agarre, ataque, defensa, trabajo preliminar y biomecánica de las técnicas, demostraron diferencias significativas entre hombres y mujeres: pausa de frecuencias y aproximación con desplazamientos. Las atletas femeninas utilizaron frecuencias más altas de técnicas con diferentes palancas biomecánicas para los ataques (es decir, intentos de palanca de pierna y tronco; intentos variables de palanca en la cintura, palanca de cintura variable y fintas, y palanca de maléolo efectivos e fintas). Por su parte, los hombres utilizaron más variaciones de agarre (es decir, cuello izquierdo, cuello y manga izquierdos, ambos cuellos, manga derecha, manga izquierda y ambas mangas). En el segundo estudio realizado para ver las inter-diferencias entre el peso femenino. Se analizaron las competiciones siguiendo las fases: acercamiento, agarre, acción defensiva, ataque, también análisis biomecánico de técnicas y trabajo preliminar.

Los resultados indicaron que los atletas ligeros presentaron menores frecuencias de intentos de agarre, agarre del cuello derecho y agarre del cuello izquierdo que otras categorías. Los judocas extra ligeros presentaron frecuencias de agarre en la espalda derecha inferior y en la espalda izquierda y en las mangas, así como la menor ocurrencia de técnicas con palanca de brazo y pierna puntuadas que los atletas de la mitad de peso ligero, mientras que los atletas de peso medio ligero demostraron una mayor frecuencia de técnicas con palanca de cintura puntuada variable que los de peso ligero. Estos hallazgos son interesantes tanto para la prescripción del entrenamiento como para la evolución Técnico-Táctica del combate.

Análisis biomecánico de los intentos y puntajes de los ataques en la categorías de peso femeninas

Attacks analysis	EL	HL	L	HM	M	HH	H
Arm lever	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)
Arm and leg lever	2(.0;4)	2(1;5)	2(1;6.5)	2(.0;5)	2(.0;6)	3(1;6)	1(.0;4)
Arm and leg lever with score	.1(.0;0.5)[b]	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)
Minimum lever	.0(.0;.0)	.0(.0;1)	.0(.0;.0)	.0(.0;010)	.0(.0;1)	.0(.0;1)	.0(.0;.0)
Trunk leg lever	1(.0;3)	1(.0;3)	1(.0;2)	1(.0;3)	1(.0;3.8)	1(.0;4)	.0(.0;2)
Trunk leg lever with score	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)
Waist lever variable	1(.0;3)	1(.0;3)	.0(.0;2)	1(.0;3)	1(.0;3)	1(.0;3)	1(.0;3)
Waist lever variable with score	.0(.0;.0)	.1(.0;0.5)[c]	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)
Maleolo lever	.0(.0;1)	.0(.0;1)	.0(.0;1)	.0(.0;2)[d]	.0(.0;1)	.0(.0;1)	.0(.0;1)
Maleolo lever with score	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)	.0(.0;.0)

Nota: Mediana (RIC). EL = Extra ligero. HL = Medio ligero. L = Ligero. HM = Medio Medio. HH = Liego Pesado. H = Pesado. a → p≤ 0.025. b → p = 0.016. c → p=0.021. d → 0.049.

Tabla 9.2.b Análisis biomecánico de lanzamientos aplicados.

	Female	Male	Inferences		
	Med (Q1; Q3) (%)	Med (Q1; Q3) (%)	U	Sig.	ES
Biomechanical levers					
Arm and trunk/arm lever attempted	11.0 (5.0; 15.0)	33.3 (0.0; 57.1)	240600	0.186	0.04
Arm/foot lever attempted	0.0 (0.0; 0.0)	0.0 (0.0; 0.0)	231499	0.045	0.05
Arm/foot lever scored	23.1 (5.3; 70.2)	0.0 (0.0; 0.0)	239647	0.058	0.05
Minimal length attempted	0.0 (0.0; 0.0)	0.0 (0.0; 16.7)	246136	0.937	0.00
Trunk/leg lever	26.7 (0.0; 100.0)[a]	0.0 (0.0; 0.0)	194965	≤.001	0.19
Trunk/leg lever scored	26.7 (0.0; 100.0)	7.1 (0.0; 33.3)	240451	0.056	0.05
Variable/ medium length attempts	8.3 (0.0; 27.3)[a]	0.0 (0.0; 0.0)	214063	≤.001	0.12
Variable/ medium length scored	0.0 (0.0; 0.0)[a]	0.0 (0.0; 23.5)	238014	0.011	0.07
Maximal length	0.0 (0.0; 7.7)[a]	0.0 (0.0; 0.0)	231238	0.022	0.06
Maximal length scored	0.0 (0.0; 0.0)	0.0 (0.0; 0.0)	245330	0.68	0.01
Groundwork actions					
Defensive position on the ground	9.7 (0.0; 27.3)	5.0 (2.0; 9.0)	241085	.469	-0,02
Osae-waza	5.0 (2.0; 9.0)[a]	0.0 (0.0; 0.0)	232332	≤.001	-0,13
Kansetsu-waza	0.0 (0.0; 0.0)[a]	0.0 (0.0; 0.0)	242020	.02	-0,06
Shime-waza	0.0 (0.0; 0.0)[a]	0.0 (0.0; 0.0)	241710	.009	-0,07

Note: Significant differences are in bold; variable and medium length attempts and arm arm/trunk lever attempts were grouped. [a] = significant differences from Male Group, $p \leq 0.05$. Sig. Significance.

Tabla 9.2.c Resultados descriptivos e inferenciales de la biomecánica utilizada durante la fase de ataque y acciones de trabajo preliminar por género

9.3 Área Estratégica: Insumo para la Optimización Estratégica

La tercera área en el análisis de partidos apunta a la enseñanza estratégica asociada con el combate de judo. Este es el nivel de coaching más avanzado y complejo porque la estrategia es el objetivo final de la enseñanza. Podría ser útil definir claramente este concepto. Muchos saben de la utilidad de la estrategia. Por ejemplo, en su libro “El arte de la guerra”, la definición clásica de Sun Zu: “La gente no debe estar desfamiliarizada con la estrategia, aquellos que la entienden, sobrevivirán. Los que no lo entiendan, perecerán”.

Pero pocas personas saben que la estrategia fue estudiada de una manera rigurosamente científica en el conocido libro de texto Teoría de los Juegos y el Comportamiento Económico de Von Noimann y Morgenstern. Como enseña Von Noimann, la estrategia podría ser definida como: “si un jugador comienza a jugar con un plan completo: un plan que especifica qué elecciones hará en cada situación posible, para cada posible información real que pueda poseer en ese momento de conformidad con el patrón de información que las reglas del juego le proporcionan, para ese caso. A este plan lo llamamos Estrategia”. A partir de esta definición científica que nos permite comprender algún aspecto fáctico de la estrategia, daremos una definición más “deportiva” de la estrategia y conectaremos el significado de tácticas muy a menudo mal entendidas. Luego definimos la **Estrategia** como el plan o la conexión flexible de más planes basados en la coordinación de los esfuerzos físicos, armonizados con el movimiento relativo finalizado para la lucha por la victoria. En cambio, definimos las **tácticas** como la capacidad de utilizar la fase transitoria para el éxito de la manera correcta.

A partir de estas definiciones, es posible comprender la diferencia significativa entre estas dos actividades. Un plan estratégico puede ser estudiado y entrenado de antemano. Entonces es posible conectarlo con el análisis racional de la lucha. Si bien la capacidad táctica se basa esencialmente en la intuición instantánea de la acción técnica, es imposible enseñarla de ninguna manera (es un don de habilidad único de un campeón). Ahora, consideremos la contribución de los soportes fuera de línea. Podrían contribuir al estudio y elaborar estrategias en dos niveles de dificultad: Local y Global.

a) "Estrategias locales"

Las Estrategias Locales se basan en el estudio de situaciones que suceden en pequeñas zonas de la superficie del tatami. Como acciones de ataque particulares, más a menudo conectadas en la solución multi salida (es decir, un movimiento de ataque capaz de diversificar su resultado en diferentes técnicas conectadas a la reacción de Uke). El ejemplo más conocido (Ataque Central) está relacionado con el Ko waza. Las técnicas de las familias Ko Uchi, Ko Soto: Ko Uchi Gari, Ko Uchi Gake, Ko Uchi Barai, Kosoto Gari, Kosoto Gake, Kosoto Barai, Ni Dan Kosoto Gake, Ni Dan Kosoto Barai, pertenecen al grupo de la Pareja con la Pareja aplicada por los brazos y la pierna. Tienen la misma mecánica. La única diferencia es que las fuerzas empleadas aumentan a medida que la pareja se aplica contra la resistencia creciente, generada por el aumento de la fricción, entre el tatami y los pies de Uke, debido a su posición cada vez más estable.

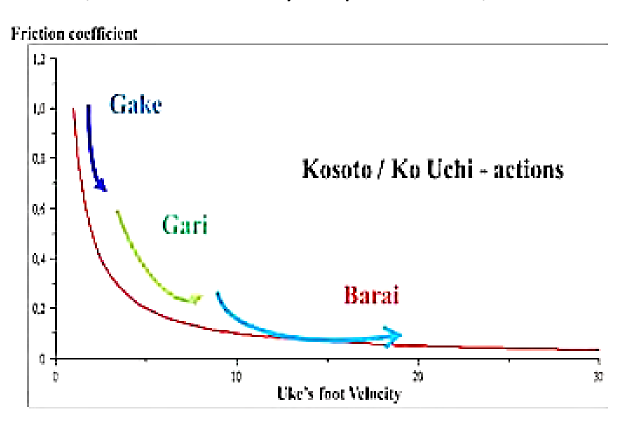


Diagrama 9.2.a Evolución de las acciones de Gake, Gari y Barai en función de la fricción



Fig.9.3.a Korean Version of Ko Uchi Gari



Fig.9.3.b Ko Uchi Gari diagonal attack with hook foot

Es significativo que se hayan desarrollado nuevas variantes interpretativas en técnicas en las que se aplican las acciones de Gari y Gake (más costosas, energéticamente hablando). Esto se debe, sin duda, a la necesidad de utilizar una mayor fuerza y al hecho de que las nuevas variantes hacen que la técnica sea más flexible que el aumento de las capacidades defensivas a nivel internacional, como algunas variantes japonesas. La acción de Ko Uchi Gari, que también se basa en el Ataque Central, no ha sufrido grandes cambios, lo que demuestra que su efectividad es tal que, incluso con la evolución competitiva, mantiene su forma sintética, identificada por el Kodokan. La fase interpretativa a menudo se detiene en una aplicación diferente de las retenciones. Otra cosa es la interpretación coreana de Ko Uchi Gari/Gake, que se realiza a través de un Ataque Central, un extendido de las piernas y a una altura muy baja. Esta posición ha cambiado la mecánica básica de la técnica que de una técnica de Torque debe cambiar necesariamente a una de las Palancas con máximo brazo, ya que la gran extensión evita eficazmente que Tori corte la pierna y cambia la acción a un simple bloqueo del pie (punto de apoyo) seguido de una poderosa acción de empuje.

Como ya se ha mencionado, el uso creciente de técnicas GAI directas, muchas de las cuales se basan en el mencionado Ataque Central, muestra la tendencia ya conocida hacia la simplificación efectiva y energéticamente conveniente, que los atletas operan inconscientemente en las competiciones.

Otras estrategias locales se pueden dividir en tres subclases: Renzoku waza, Renraku waza y Estrategias Estándar. Los dos primeros son independientes de la superficie, pero técnicamente muy dependientes. Este último depende de la superficie y técnicamente menos dependiente. Los dos primeros ya han sido ampliamente analizados en el capítulo 3. Sin embargo, solo para revisar, volvemos a hablar un poco sobre renzoku y renraku waza. Estos complejos técnicos y tácticos se estudian desde la antigüedad en las artes marciales japonesas. En referencia al judo, el Renzoku y el Renraku Waza se aplican al estudio de la iniciativa clásica (Sen) (véase el capítulo 3). Ambos estudios son un entrenamiento propioceptivo muy avanzado construido por la antigua experiencia japonesa.

Con el estudio de Renzoku y Renraku Waza, el atleta finalmente cambia su situación de habilidad abierta en una situación de habilidad semiabierta, desarrolla la flexibilidad de su cuerpo y el enfoque de mente abierta al combate. Biomecánicamente hablando, los Renzoku waza, definidos como técnicas continuas, se aplican más a menudo en la misma dirección de ataque. Por lo general, es posible realizar un Renzoku waza (Tachi waza-Tachi waza) atacando al oponente con una técnica particular para llevarlo a cabo. La aplicación continuada de una técnica, donde cada ataque es conectado por el momento adecuado, se llama Renzoku Waza, pero también cuando tori realiza un ataque inicial fallido en una dirección específica. Debe continuar en la misma dirección con otra técnica. En la figura, se puede ver a Adams aplicando sus técnicas especiales de Renzoku Waza: Ko Uchi Gari-Kuchiki Taoshi.

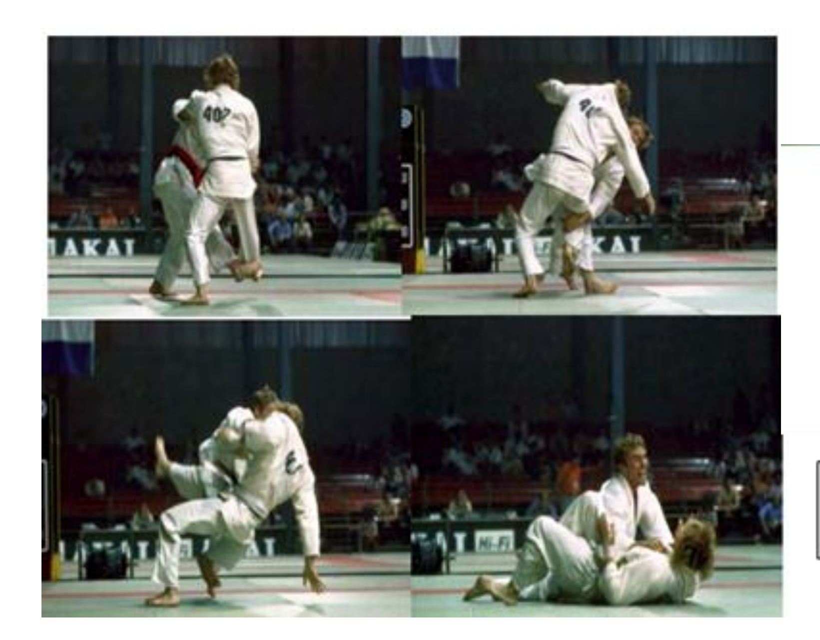




Fig.9.3.d .e.f.g.h, Renzoku Waza, aplicado por Adams contra Doherty (Finch)

Pero también, se incrementa la capacidad física y atlética del Uke. Hoy en día, en las competiciones de élite como los Juegos Olímpicos, los Campeonatos del Mundo y los Campeonatos Continentales, el nivel de lucha ha mejorado tanto que cada atleta puede llevar a cabo un ataque total.

El primer tipo de Renzoku Waza (ataque continuo) es cada día más difícil de ejecutar en la competición real. En las siguientes figuras, podemos ver un Renzoku Uchi Mata-Sumi Otoshi brillante y dinámico de Inoue contra Hubert (2003).



Fig.9.3.i.j.k.m.n.o , Renzoku applicado por Inoue (Finch)

En la figura, podemos ver la forma especial Ken Ken Uchi Mata preferida por Yamashita. Se puede ver la aplicación circular de la misma técnica alrededor de 360° grados para equilibrar mejor la posición de lanzamiento y superar la reacción defensiva de Uke.

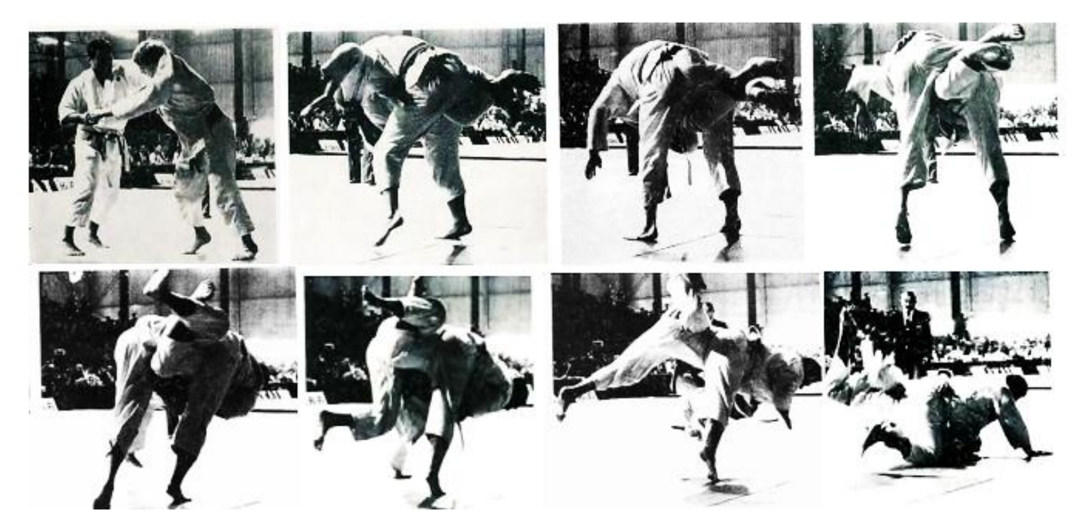


Fig.9.3.p.q.r.s.t.u.v.x, Renzoku aplicado por Yamashita (Finch)

Este movimiento Renzoku es un legado común en el estilo de lucha japonés. En las siguientes figuras, es posible ver una variación del tema (la rotación se aplica sin ken ken para ayudar al movimiento de lanzamiento lateral)

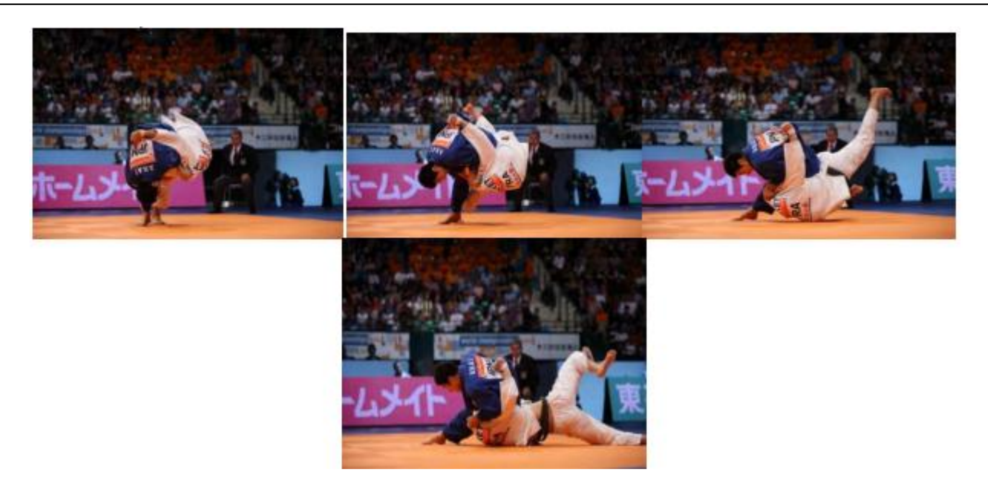


Fig.9.3.w y.z aa, Movimiento tipo Renzoku, legado japonés (Zahonyi)

La otra forma de Renzoku se aplica hoy en día con más frecuencia en un concurso real. Los Atletas llevan un ataque "total" con tenacidad. Cuando el ataque se inicia en una competición real, no hay un "punto intermedio". Sin embargo, la acción será un éxito total o un fracaso. En estas opción, los atletas preparan la combinación Renzoku, que culmina con la fuerte ayuda del peso corporal de Tori cayendo en casi todas las técnicas. O con una variante de la misma técnica o con una técnica de preparación única en la misma dirección. El Renraku Waza se basa en el uso de Hando No Kuzushi (véase Cap. 3.1). Construir una reacción Uke oportuna para finalmente aplicar técnicas en cualquier dirección que sea posible hacerlo. Por lo general, este tipo de complejo técnico-táctico está relacionado con la velocidad de cambio de la pareja del atleta (ver consideración sobre Invariantes competitivas).

Esto significa que si un par de atletas se desplazan sobre la colchoneta a gran velocidad, tori puede aplicar, sin parar, solo técnicas de un par de fuerzas. En esta situación, durante el movimiento, la pareja de atletas puede ejecutar, como máximo, solo dos técnicas, indistintamente antes de kowaza (técnica pequeña) y después de owaza (técnicas grandes) o inversamente owaza-kowaza. En la siguiente figura, podemos ver un renraku basado en el hando no kuzushi comenzando por O Uchi Gari en una aplicación circular de Uchi Mata por Tanabe vs Kienhuisne, como la aplicación Yamashita anterior.



Fig.9.3. Renzoku aplicado por Tanabe (Finch)

Otras combinaciones en la dirección delantera - trasera -lateral son posibles por owaza-owaza. La siguiente figura muestra una combinación frontal-trasera (O Waza-O Waza) aplicada por Nomura a Yekutiel.



Fig.9.3 O waza-O waza aplicada por Nomura (Finch)

Tori puede aplicar cuatro técnicas diferentes mezcladas entre un par de fuerzas y palanca física si la pareja detiene su movimiento. En la siguiente figura, podemos ver cuatro ataques diferentes realizados por Angelo Parisi. Todos los ataques se aplican a la misma pierna fija.

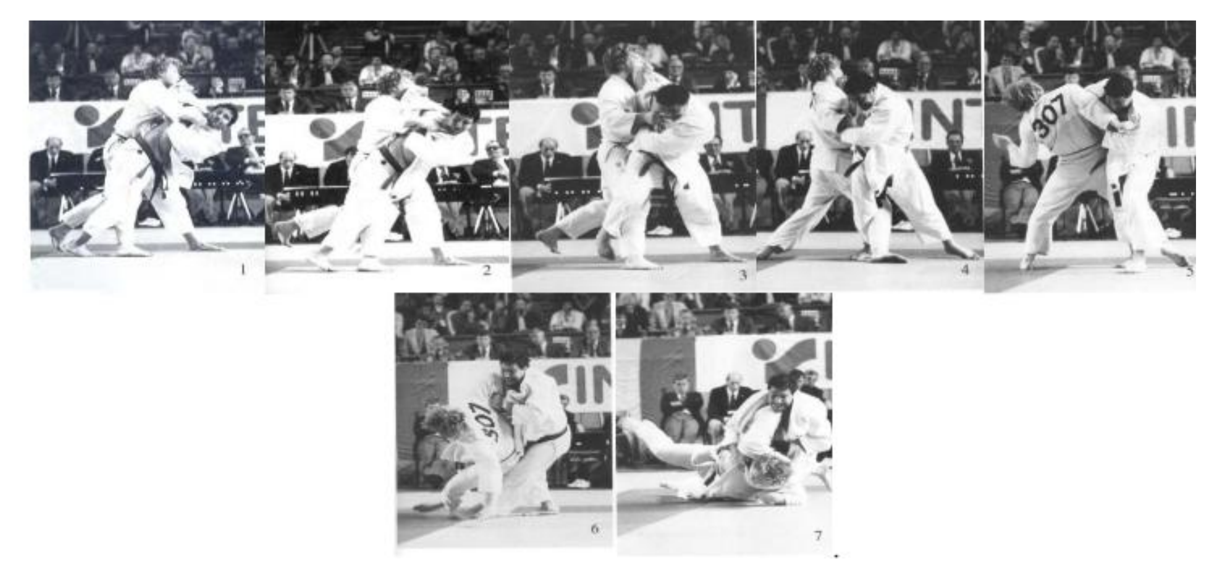


Fig.9.3κ.λ.μ.ν.ξ.ο.π, Cuatro ataques diferentes aplicados por Parisi (Finch)

El último tipo de estrategias locales nacen del análisis de la superficie de lucha y de las reglas de competición. Entonces es posible deducir como ejemplo los siguientes tres métodos locales:

1. Estudio de la pelea en la esquina.

2. Estudio de la pelea junto con el límite del área de lucha (hoy en día no hay límite para el área de lucha, solo en la situación dinámica de ataque, consulte las reglas de arbitraje)

3. Estudio de la lucha con diferente posición angular entre atletas

B) “Estrategias globales”

El análisis fuera de línea del video de la pelea podría ser una fuente beneficiosa para el entrenamiento sobre los atletas, tanto de peso ligero como de peso pesado, estilo de lucha. Por ejemplo:

Peso ligero atletas élite peso generalmente a quienes les gusta el renraku waza con un tipo diferente de ataque.

Peso ligero atletas élite a quienes les gustan las técnicas de palanca como el suwari seoi

Peso medio atletas élite generalmente a quienes les gusta el renraku waza con una dirección de ataque diferente.

Peso pesado atletas de élite a quienes les gusta atacar con una o dos técnicas directas.

Peso pesado atletas de élite a quienes les gusta atacar con técnicas de pareja como o uchi, ko uchi.

Los atletas de peso pesado de élite se utilizan generalmente para atacar con makikomi.

Se pueden encontrar muchas excepciones importantes; por ejemplo, Teddy Ryner usa muchas variaciones de grupo de pareja en sus peleas, más que makikomi. Con el crecimiento de la condición física y la preparación técnica de los atletas, cada vez se aplican más técnicas con dirección lateralizada para lanzar (biomecánicamente hablando, en las direcciones laterales, la estructura del cuerpo humano es menos capaz de defenderse que en la parte delantera y trasera).

Un ejemplo directo de una estrategia de lucha general es la evolución temporal de los ataques y las penalizaciones en una serie de peleas específicas. En las siguientes figuras, hay un ejemplo de Calmet “Apport des TICE dans l’observation des gestes sportifs”. 8º JORRESCAMP (Junio 2006).

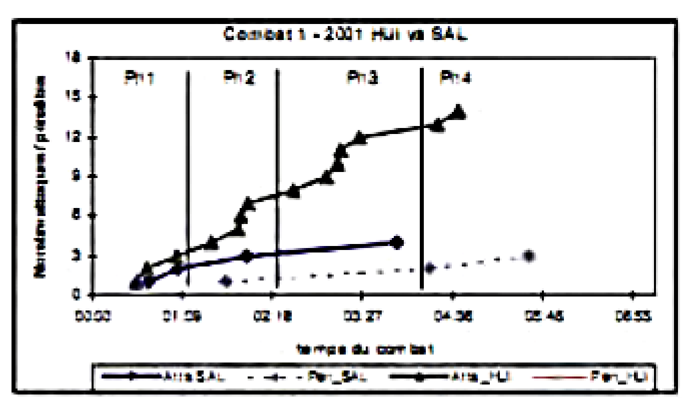


Fig. 2 : Combat 1 – 2001 HUI vs SAL
Atta : attaques
Pen : pénalités

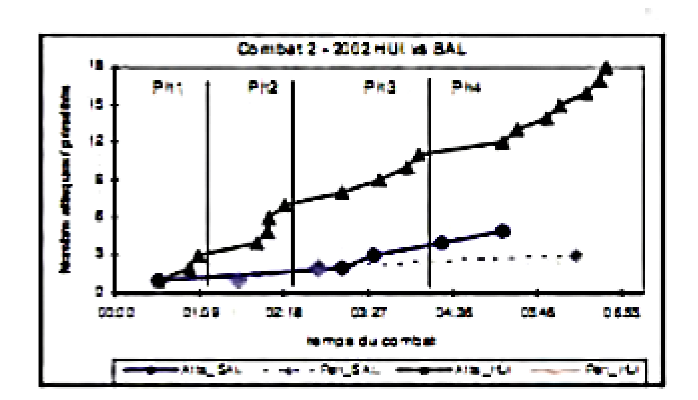


Fig. 3 : Combat 2 – 2002 HUI vs SAL

Fig. 9.3. Cont. Ejemplo de estrategia general de competición (Calmet).

A partir de estos y otros análisis, un entrenador puede construir algunas estrategias globales como:

1. Estudio del cambio de kumi kata durante el combate.
2. Estudio de un combate con diferentes alcances relativos.
3. Estudio de la conexión especial Tachi waza-ne waza.
4. En condición de igualdad de puntos, el estudio de la estrategia correcta se basa en la velocidad de cambio de ataque.
5. En condición de líder, el estudio de una estrategia de combate de defensa correcta.
6. En condición de perdedor, el estudio de una estrategia de ataque correcta se basa en la presión técnico-psicológica.



Fig.9.3. Cont. Evolución dinámica de O Soto gari





Fig 9.3.Cont. Aplicación dinámica de Renzoku por Angelo Parisi



Fig.9.3. Evolución técnica de lo clásico a lo innovador (Finch)

9.4 Uso principal del software de análisis de partidos de judo: exploración del adversario.

El análisis de los combates puede dar a los entrenadores y atletas mucha información útil, pero su uso suele ser parcial e infrautilizado. El uso principal de los sistemas de análisis de partidos, en la actualidad, solo se limita a explorar las capacidades del oponente y las formas técnicas de luchar.

La reproducción de video para exploración permite comprender la técnica del oponente y qué debilidades podría tener. Con el análisis de un video de un oponente, es posible ver patrones de ataque y señales, como agarres personales o postura, que el adversario puede mostrar justo cuando está a punto de entrar en una técnica de lanzamiento.

El conocimiento del patrón de ataque del adversario da mucha seguridad para hacer frente a la competición. Además, es más fácil estudiar técnicas de contraataque (Kaeshi Waza) basadas en el patrón de ataque estándar utilizado (Tokui Waza). En Rotterdam 2009, el autor presentó un artículo sobre el análisis y el conocimiento que se puede obtener cambiando patrones Como ya se sabe, el análisis de combates comenzó como un análisis notacional, hecho por la Unión Soviética y los Estados Unidos y muchos otros países al final de setenta años.

Sin embargo, pocas personas saben que Japón ya mostró una visión futurista, hizo un enfoque persuasivo y científicamente completo para el análisis de combates de judo. En el artículo histórico de Matsumoto, Takeuchi y Nakamura, "Estudios analíticos sobre la competición realizada en el Torneo del Campeonato de Judo de Japón" editado por el Boletín Científico Kodokan en 1978, podemos encontrar mucha información, muy avanzada para la época, con una clara visión tanto científica como de entrenamiento de todo el problema de la competición.

A continuación, se presenta el contenido resumido de este trabajo:

- Ejecución de técnicas
  - ✓ 1er. Número de veces de ejecución de técnicas
  - ✓ 2ª técnica decisiva (Kimari Waza)
  - ✓ 3º Número de implementaciones de técnicas y tema del concurso
  - ✓ 4º. Tipo de técnicas y resultado del concurso
- Defensa
  - ✓ 1º Método de defensa
  - ✓ 2º. Método de defensa contra el peso corporal
  - ✓ 3º. Método de defensa ante diferentes técnicas

- Judoka zurdo
  - ✓ 1º La técnica utilizada y el método de cierre a la derecha o a la izquierda
- Método de uso en el tatami (suelo)
  - ✓ 1º La distancia del movimiento del judoka
  - ✓ 2º. Diversas tendencias de movimiento del judoka
  - ✓ 3º El área de la colchoneta utilizada
  - ✓ 4º La posición del judoka en la parte interior o exterior de la colchoneta al ejecutar las técnicas
  - ✓ 5º. La posición del judoka en la colchoneta a la hora de aplicar las técnicas decisivas
  - ✓ 6º. El lado exterior de la colchoneta
  - ✓ 7º. El uso de una zona concreta de la colchoneta por parte del judoka
- Tiempo perdido

Pero este importante y completo documento quedó en el olvido y pasó a ser prácticamente desconocido.

Las siguientes figuras, tomadas por Matsumoto y colaboradores, muestran los resultados del análisis del uso del área de Tatami realizado por los expertos japoneses.

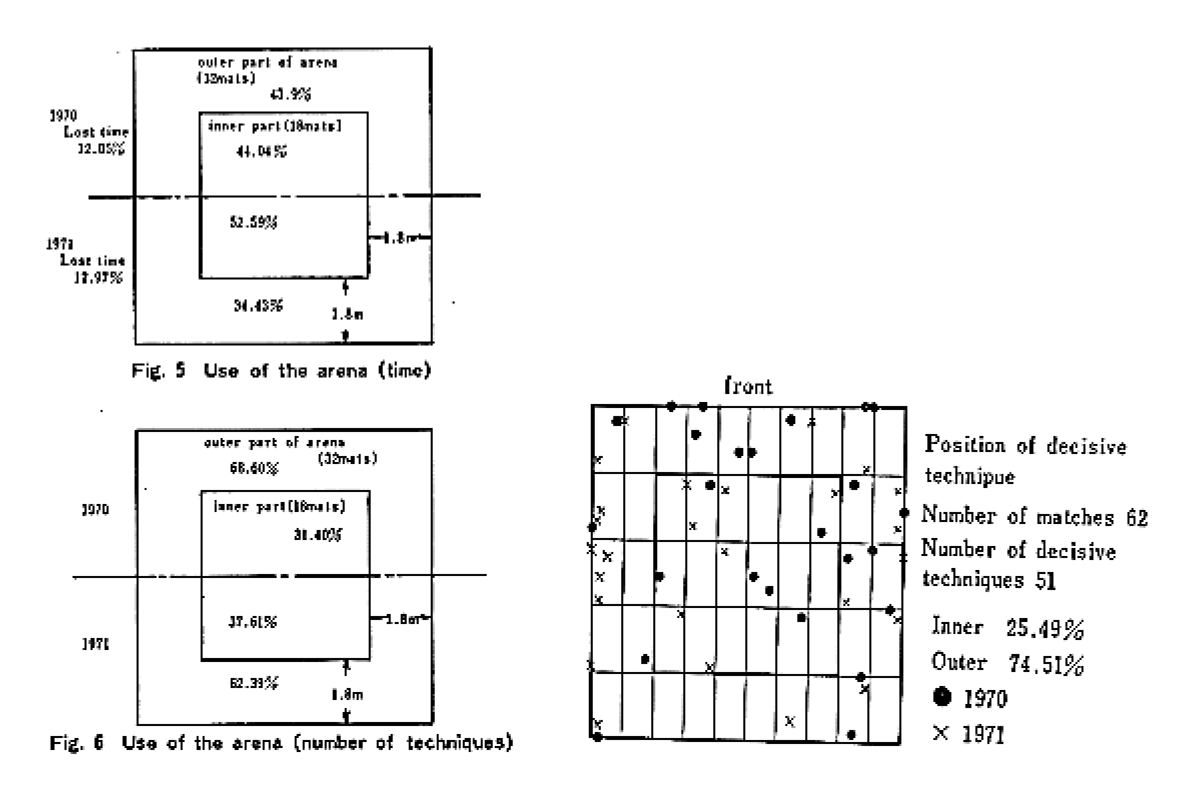


Fig. 5 Use of the arena (time)

Fig. 6 Use of the arena (number of techniques)

Fig. 9.4.a. Uso del área “Tatami” en la lucha de judo (tomada por Matsumoto y colaboradores)

Los patrones de seguimiento de jugadores en los juegos son una herramienta útil para entrenar en competiciones por equipos, como baloncesto y fútbol, y partidos duales, como tenis y judo. Por lo general, el seguimiento se basa en el estudio del movimiento de un punto, por ejemplo, el COM de los atletas, o como en el judo en el estudio de la proyección del COM de la pareja de atletas en el “Tatami”. El primer análisis de este aspecto de la competición ya fue realizado por Matsumoto y colaboradores en el artículo histórico antes mencionado. Las siguientes figuras muestran las pistas experimentales de 1 partido con agarres similares, un partido con agarres opuestos, siete partidos con agarres similares y 12 partidos con agarres opuestos.

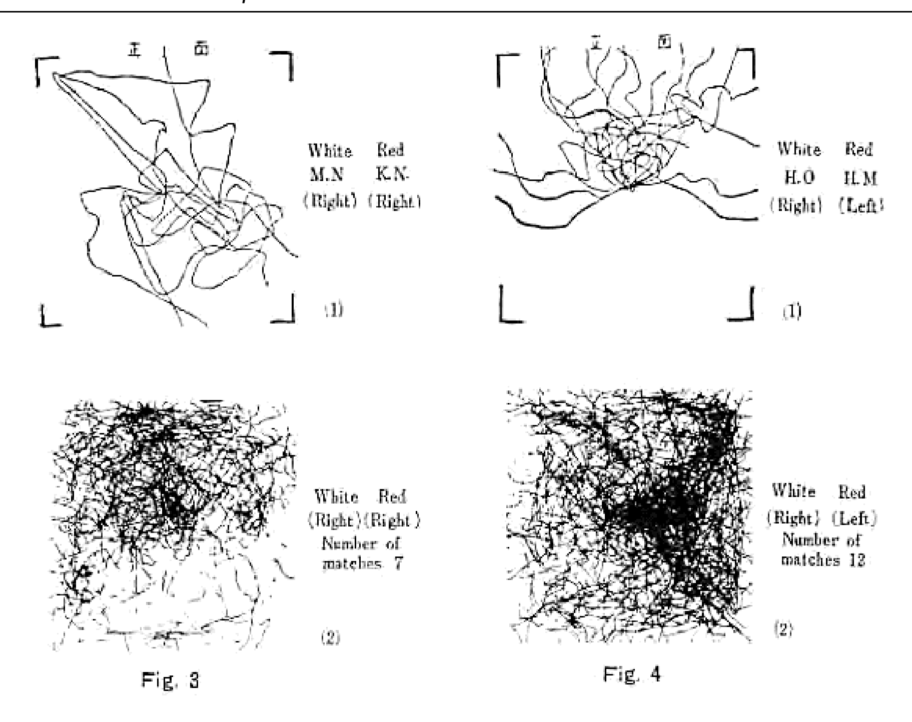


Fig. 9.4.b. Cont. Trayectorias de cambio y su superposición en una competición de judo, datos experimentales. (Tomada por Matsumoto)

Pero el análisis de las trayectorias solo estaba relacionado con la posición del agarre. Matsumoto y sus colaboradores afirmaron que: "se estudió la dirección de los movimientos de los judokas, especialmente en lo que respecta a la forma de agarre, y se encontró que en la competición entre judokas con la misma forma de agarre, revelaron la tendencia a rodear la colchoneta ampliamente (Fig. 3). En un combate entre judokas con una forma diferente de agarre, mostraron la tendencia a moverse directamente hacia el exterior de la arena (Fig. 4)". También obtuvieron la distancia media recorrida por los judokas (121,1 m) y la velocidad media de desplazamiento (0,30 m/s). Estos fueron todos los resultados obtenidos por los investigadores japoneses sobre el cambio de rutas.

Para entonces, el autor no pudo encontrar ningún otro estudio sobre este aspecto específico de las competiciones de judo. ¿Son estos análisis inútiles o menos críticos en el contenido del Análisis de Partidos? Es posible afirmar que esta afirmación no es válida. El contenido del análisis de trayectorias está lleno de información sutil e interesante a la luz del tratamiento matemático más avanzado. Los patrones de movimiento de los sistemas de un par de atletas son una herramienta útil y práctica con información oculta en su interior.

El estudio de los patrones cambiantes podría ser una fuente de datos estratégicos útiles. Sin embargo, el precio para extraer la información oculta es un análisis matemático no trivial de estas series temporales únicas. De hecho, en lo que concierne a las trayectorias de seguimiento que el autor demostró hace 31 años, que las trayectorias cambiantes de una pareja de atletas COM deben considerarse pertenecientes a la clase de los movimientos brownianos. El principio general del marco fBm (movimiento browniano fraccionario) es que el aspecto de una trayectoria, expresado en función del tiempo, puede cuantificarse mediante una dimensión de espacio fraccionario o entero no finito. Por lo tanto, proporciona una medida cuantitativa de la uniformidad en la trayectoria. Es posible escribir en forma matemática:

$$D_t^{\alpha}\left[x(t)\right]-\frac{x(0)}{\Gamma(1-\alpha)}t^{-\alpha}=\xi(t)$$

D = operador de derivación
α = coeficiente fraccionario

Γ =función gamma

$\xi(t)$ = ruido gaussiano

El primer término es una derivada fraccionaria. El segundo está relacionado con la condición inicial del proceso. El tercero es siempre la fuerza aleatoria (empuje/tirón) que actúa sobre el COM. En este caso, es fundamental conocer el desplazamiento cuadrático medio del punto:

$$\left\langle \left[x(t)-x(0)\right]^2 \right\rangle = \frac{\left\langle \xi^2 \right\rangle}{(2\alpha-1)\Gamma(\alpha)^2} t^{2\alpha-1} \approx t^{2H}$$

A partir de esta expresión, es posible entender que estamos en presencia de diferentes procesos de difusión identificados por el parámetro H de Hurst. En particular, este parámetro es independiente del tiempo. Describe el movimiento browniano fraccional con muestras anti correlacionadas para 0<H<1 y para correlacionadas para ½ <H<1. Si H es = ½, podemos hablar de movimiento browniano puro. Los Athlete's Tracks (Dromogramas) son la evolución en el tiempo de una pareja de proyecciones COM de Atletas en la zona de tatami. Generalmente, en el antiguo Análisis de Combates, cada acción técnica y lanzamiento se consideraban pertenecientes a una clase del Sistema de Markov[24]. Esto significa que depende solo del instante anterior, sin correlación con los movimientos pasados.

Este enfoque matemático más avanzado nos permite superar esta limitación conceptual y la simplificación matemática. Como hemos visto antes, una característica esencial del modelado de fBm para cada peleador son las correlaciones a largo plazo entre los incrementos pasados y futuros. Esto significa que el sistema no es markoviano y, por lo tanto, es más similar a la situación real. Los regímenes de escalado pueden evaluar esto.

De esta manera, una trayectoria de combate puede mostrar, si se analiza correctamente, cuándo el luchador tiene una estrategia de lucha específica o no (movimiento aleatorio) durante la competición. Por ejemplo, un valor mediano de 0,5 para H indica que no hay correlación, lo que sugiere que la trayectoria mostró una distribución aleatoria (movimiento browniano). Por otro lado, si H difiere de 0,5, se puede inferir una correlación positiva (0,5 > H) o negativa (H < 0,5) con su forma de luchar, lo que indica que una parte determinada de la iniciativa está bajo control. Además, dependiendo de cómo se posicione H, con respecto al valor medio de 0,5, se puede inferir que el sujeto controla más o menos la trayectoria (y la evolución de la lucha en el tiempo): cuanto más cerca están los regímenes de 0,5, mayor es la contribución de los procesos estocásticos (ataques aleatorios sin estrategia) — además, dependiendo de si H es mayor o menor que los umbrales de 0,5, se pueden revelar comportamientos persistentes (de ataque) o antipersistentes (de defensa), respectivamente. En otras palabras, si la proyección COM en un momento determinado se desplaza hacia una dirección determinada, la probabilidad más significativa es que se desvíe en esta dirección (comportamiento de ataque persistente). O, por el contrario, vuelve sobre sus pasos en la dirección opuesta (comportamiento defensivo antipersistente).

La igualdad entre estas dos probabilidades indica que no hay presencia de una estrategia definida en la lucha, como el simple movimiento aleatorio o el proceso estocástico. Esta información obtenida por una pura "lectura matemática" de trayectorias se puede mejorar agregando a la ecuación matemática avanzada anterior otra información de lucha biomecánica como: Forma de agarre, Invariantes de competición, Invariantes de acción, superficies poligonales útiles de ataque, dirección de desplazamiento, Tiempo y posición de la acción de agarre, lanzamientos "loci", longitud o cantidad de desplazamiento, velocidad media y utilización del área de superficie, etc. Con esta información añadida, es posible obtener muchos detalles estratégicos válidos. Está estructurado como un árbol de conocimiento con algoritmos prácticos de minería de datos para categorizar conexiones estratégicas potencialmente efectivas entre trayectorias cambiantes y otra información biomecánica de combate. Esta información, ordenada por importancia o efectividad, es útil tanto para

[24] Una cadena de Marvok es un proceso evolutivo que consiste en un número finito de estados en cual la probabilidad de que ocurra un evento depende solamente del evento inmediatamente anterior con unas probabilidades que están fijas. Estas variables reciben el nombre de proceso estocástico. Los modelos de Markov son el método estándar utilizado en los estudios de coste-efectividad para representar la historia natural de la enfermedad. Su uso permite calcular tanto la esperanza de vida por estado de salud como la ocurrencia de sucesos con implicaciones en términos de coste o efectividad

el entrenamiento como para los atletas. Este es un ejemplo de la información más avanzada que se puede obtener con esta herramienta práctica subestimada: los patrones de cambio/movimiento de los atletas.

ANTIGUO SISTEMA EJU

En la siguiente figura, es posible ver un ejemplo de resultados de cuarto nivel del Análisis de Partidos de EJU Antiguo (Observador de Adversarios) aplicado al campeón italiano Elio Verde de la Federación Francesa de Judo.



Fig 9.4.cont. Resultados del Análisis del Partido (Scouting) del campeón italiano Elio Verde, realizado por la Federación Francesa. Obsérvese cuán específica y valiosa es la información obtenida.

Los resultados anteriores en la figura son un claro ejemplo de la utilización y análisis de la Federación Nacional de datos centralizados obtenidos de la EJU. Es interesante notar que, para los atletas explorados, es posible conocer los puntos fuertes y débiles de las técnicas de lanzamiento aplicadas y sufridas durante la competición. Más a menudo, estos puntos fuertes y débiles también están conectados a las direcciones espaciales con respecto al cuerpo, los agarres preferidos, la efectividad del ataque, etc. EJU utiliza, como ya se ha señalado, software específico para todos los países. Este software, en análisis offline, justo al final de cada competición, está disponible en una extensa elaboración de datos de combate. Estos resultados se envían a todos los países. Después de eso, cada país puede desarrollar un análisis personalizado a su manera, como los resultados presentados en las cifras anteriores. Por lo general, las federaciones nacionales utilizan software para analizar el rendimiento de la competición. Crean datos de rendimiento, desarrollo de habilidades, oposición de perfil y proporcionan comentarios de video en vivo dentro de las sesiones de capacitación técnica. El software utilizado es fácil de usar y una herramienta de coaching muy eficaz. El último desarrollo también proporciona software conectado a TV que ha demostrado ser un sistema de video en línea invaluable y rentable.

La Federación puede proporcionar datos de video rápidamente a entrenadores y atletas en cualquier parte del mundo. Con el desarrollo del iPhone; iPad; Teléfono inteligente, y aplicaciones relativas, está proporcionando las necesidades del analista de rendimiento para crear un paquete útil completo para satisfacer las solicitudes modernas del deporte de alto rendimiento como el judo.

SOFTWARE UNIVERSITARIO FRANCÉS

Hoy en día se realizan diferentes estudios sobre la conducción de la lucha del adversario en cada federación avanzada. Por ejemplo, desde 2001 la universidad Julio Verne (Picardía, Francia) trabaja en los penaltis en competición y en el sistema de ataque de un boxeador. En las dos figuras siguientes, hay dos ejemplos de aplicación relativa.

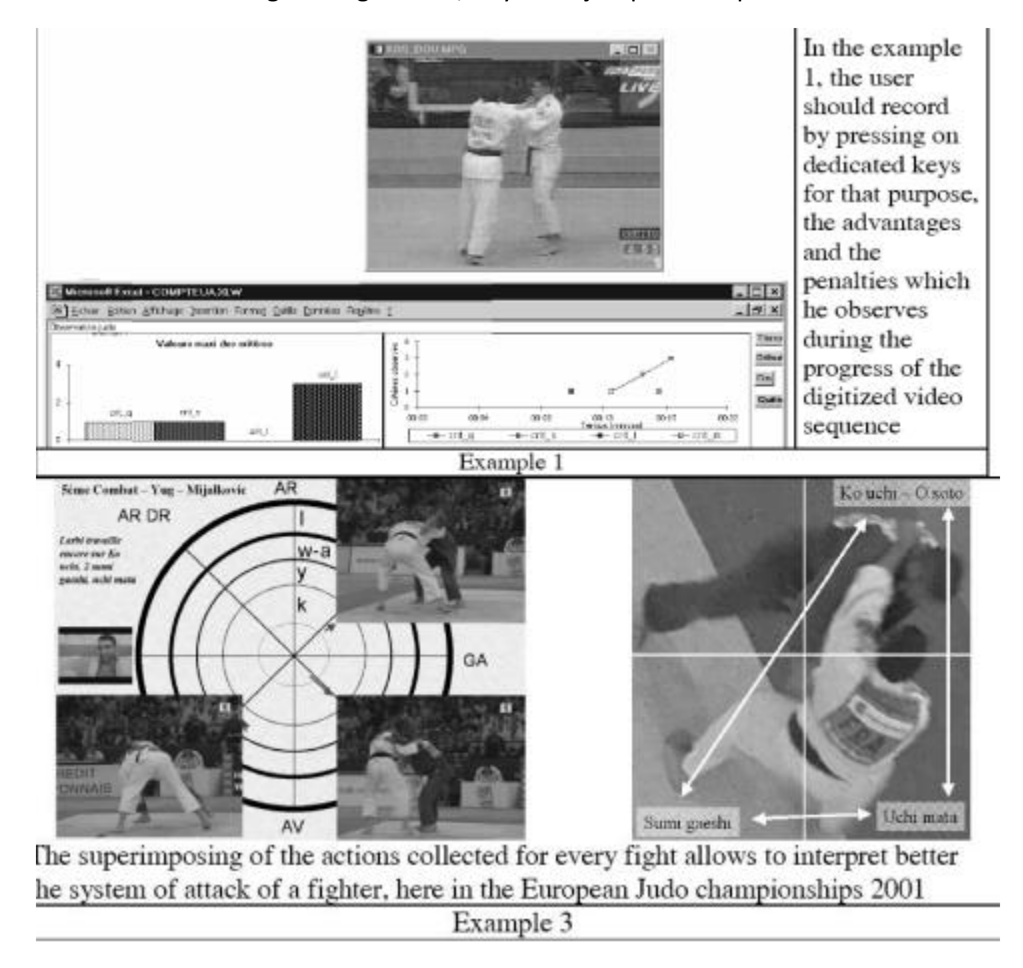


Fig.9.4.d.e, Ejemplo de software Franch para análisis de combates

Por último, el seguimiento del adversario también da información sobre la parte de la colchoneta. El ritmo de movimiento preferido por el oponente es información útil para sacar al oponente de su equilibrio psicológico. Supongamos que tenemos una base de datos con la información de los adversarios. En ese caso, es posible aplicar el pronóstico a los datos de los resultados de la competición de judo por equipos. De esta manera, es posible tener información beneficiosa, como el espionaje, sobre la forma técnica del equipo específico en las competiciones; algo muy fundamental para una competición importante como los Campeonatos del Mundo o los Juegos Olímpicos.

FRAMI SOFTWARE

Otro software interesante es FRAMI, producido por Bianca Miarka y la Universidad de San Paul en Brasil. Este software puede analizar el desarrollo del tiempo de la pelea, los lanzamientos, la dirección del ataque, etcétera. Durante el tiempo, se mejoró el FRAMI con un modelo de combate técnico-táctico basado en el Modelo de Markov multiestado para el análisis estadístico de la situación. En las siguientes figuras, algunas tomas de FRAMI y el sistema táctico primario desarrollado por el modelo de movimiento en el tiempo.



Fig.9.4.f Cont .. Captura de pantalla del software FRAMI para análisis técnico.

OPONENTES DE BEIJING LEANDRO GUILHEIRO (2008)

[illegible]	[illegible]		[illegible]		[illegible]	
empo de Luta Corrida		[illegible]		[illegible]		[illegible]
empo de Recuperação		[illegible]		[illegible]		[illegible]
empo total de luta		[illegible]		[illegible]		[illegible]
empo de Luta de Solo		[illegible]		[illegible]		[illegible]
empo de Preparação tentativa de pegada		[illegible]		[illegible]		[illegible]
uantidade total de tecnicas na luta		[illegible]		[illegible]		[illegible]
requência de entrada de golpe mm. de luta						
uantidade de projeções pontuadas		[illegible]		[illegible]		[illegible]
ecnicas de Imobilização		[illegible]		[illegible]		[illegible]
écnica de Estrangulamento		[illegible]		[illegible]		[illegible]
ecnicas de chave de braço		[illegible]		[illegible]		[illegible]
efesa utilizando o peso corporeo		[illegible]		[illegible]		[illegible]
efesa sem uso primário do peso corporeo		[illegible]		[illegible]		[illegible]
efesa com retorno de tecnicas de ataque		[illegible]		[illegible]		[illegible]
unições por falta de combatividade		[illegible]		[illegible]		[illegible]
unições por falso ataque		[illegible]		[illegible]		[illegible]
olpe Pegada direção Momento de ataques nas lutas	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]		
			[illegible]	[illegible]		

16:13 / 21:03

Fig.9.4.g. Toma de reconocimiento realizada por FRAMI

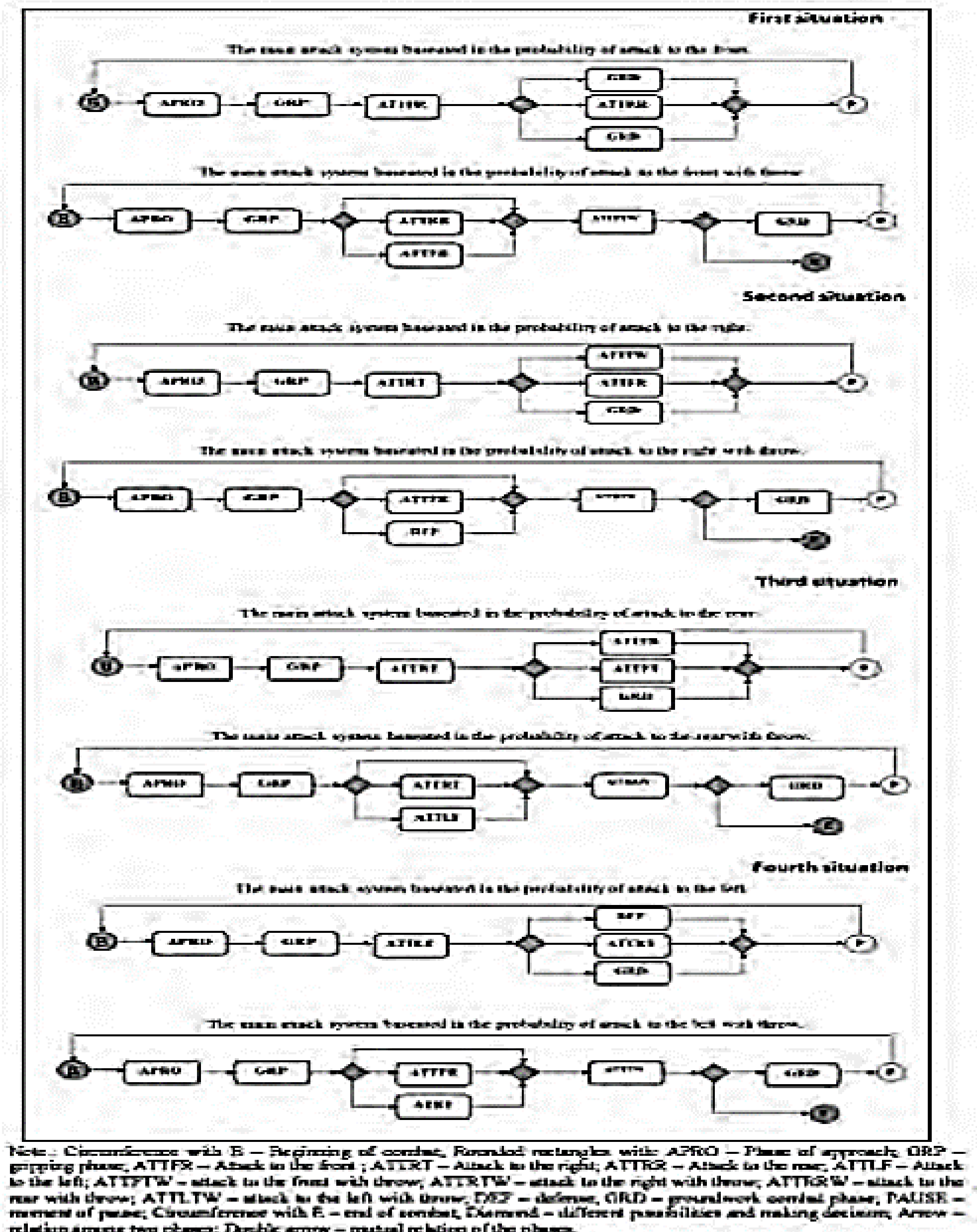


Fig. 9.4.h. Principales sistemas tácticos desarrollados a partir del modelo de combate de Judo tiempo-movimiento

Los resultados del modelo muestran que los principales sistemas tácticos de ataques, donde el ataque al frente sigue al ataque a la derecha la mayor parte del tiempo, la mayor probabilidad de que ocurra una proyección es después del ataque al frente y las orientaciones correctas. Ahora nos preguntamos, para un país o una Federación, ¿es mejor tener muchos software de análisis de partidos? Por ejemplo, uno para cada deporte o un sistema centralizado que gestiona una gran Base de Datos de Vídeo y tiene sólo un Almacén de Datos y un Minería de Datos para trabajar en la Base de Datos de Vídeo para presentar análisis de cada deporte. Por lo general, en un sistema extenso, el almacenamiento de datos es la memoria del sistema. La minería de datos es la inteligencia para encontrar propiedades ocultas en el video. Esta solución es probablemente la mejor por flexibilidad y costo, y probablemente también por el rendimiento del sistema.

El sistema centralizado japonés SMART

Japón adoptó ese sistema. El SMART SYSTEM está centralizado en un software para el análisis de combates y el análisis del rendimiento de muchos deportes, producido y gestionado por el Instituto Japonés de Ciencias del Deporte JISS en Tokio. SMART comenzó en 2007 como una base de datos de vídeos y aumenta a medida que crece el número de vídeos, como se muestra en el siguiente diagrama.

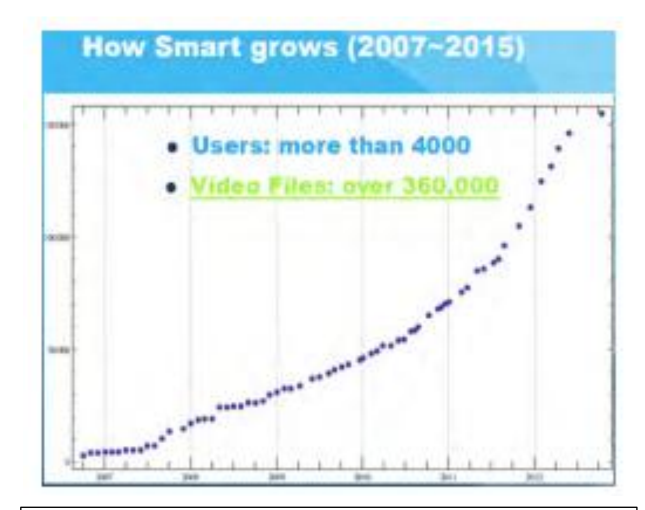


Fig.9.4.i. Descripción general del sistema inteligente (de Chikara Miyaji)

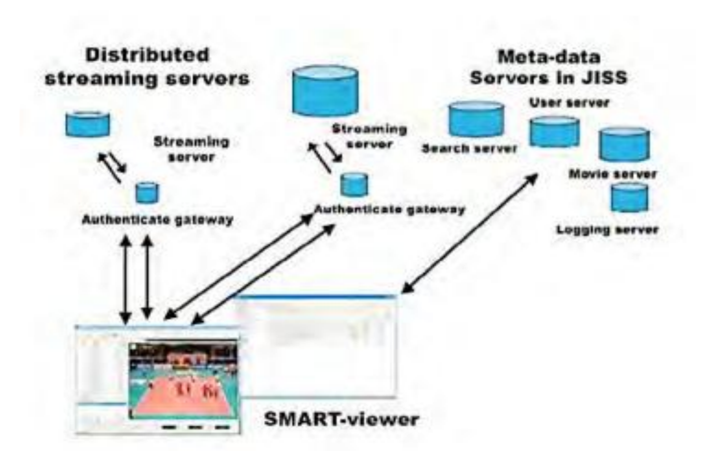


Fig.9.4.j. Descripción general del sistema inteligente (de Chikara Miyaji)



Fig.9.4.k… SISTEMA INTELIGENTE para revisión de competiciones



Fig.9.4.j.m.. Investigaciones, estudios y comentarios personales del archivo de la Sra. Ueno sobre el adversario

Toda la Federación Japonesa de Judo es usuaria de este sistema. Archiva competiciones de clase mundial, da retroalimentación rápida sobre la competición y registra el entrenamiento diario. En la figura 9.4, se muestran algunos atletas japoneses que repasan competiciones de judo con SMART.

Con este sistema y la alta capacidad de la base de datos JISS Archive todas las competiciones, la Federación Japonesa de Judo toma video para todos las competiciones importantes. El sistema a través de Internet comparte estos videos con los mejores entrenadores y atletas hasta sus Dojos. La Sra. Ueno, por ejemplo, utiliza el sistema para verificar todos los videos de su rival. Enumera todas sus técnicas y entrena con su compañera para superar las técnicas del rival. En las siguientes figuras, mostramos algunas fichas de la acción scout de las atletas japonesas.

Con el SMART SYSTEM en Internet, los entrenadores japoneses y también los atletas pueden llevar su PC a la competición: – Encontrar las características desconocidas de un oponente en la competición, – Poner todos los vídeos en PC o Ipad en las siguientes figuras: dos tomas del sistema SMART en el iPad.



Fig 9.4.Cont. Hoja de exploración del sistema SMART y exploración del IPAD durante la competición

Una aplicación muy interesante de este poderoso software fue presentada en un artículo "Características de las técnicas de re-agarre que preceden a los lanzamientos anotados en la competición de judo de nivel internacional" por Ito y sus colaboradores (2019). Con base en este estudio, los atletas que utilizan técnicas de re-agarre con un brazo al lugar del número de competición y agarran con otro brazo que no sea el cuello y la manga clásicos. Por ejemplo: con al menos una mano, excepto el lugar del número de competición para agarrar, esto parece facilitar la puntuación. Es decir, el uso del método de re-agarre podría hacer una variedad más efectiva de objetivos de agarre que facilitan los resultados de puntuación de las técnicas de lanzamiento. En la siguiente tabla se presentan los resultados resumidos de este estudio.

	Re-Gripping %	No Re-gripping %
Agarre sobre el número de	41.5	15
Cuello y manga	32.5	69.9
Otras áreas	26.0	15.0
Agarre cruzado	24.4.	19.9
Sin agarre cruzado	75.6	80.1
Téc. de rotación	38.2	48.1
Téc. sin rotación	61.8	51.9
Ataque simple directo	74.3	71.4
Combinación	7.3	9.2
Contra-ataque	17.9	19.4

Tabla 9.4.a Características técnicas de las tasas de puntuación, asociadas con re-agarre y sin re-agarre

En los últimos tiempos, la FIJ ha hecho un esfuerzo considerable para poner a disposición un potente software libre que permitiría no sólo a las Federaciones Nacionales, sino a cada uno de los adeptos a ser capaces de llevar a cabo estudios de observación/seguimiento, mejora técnica, y más en general la competición. El sistema fue desarrollado por una empresa de software eslovena, La: Datastat, con el CEO Sašo Šindič, que ha desarrollado un sistema notable por su

flexibilidad y potencia. El funcionamiento y el uso de este sistema tan útil se explican paso a paso en detalle a continuación, y se ponen a disposición de todos los entusiastas y profesionales del judo.

SISTEMA DE RESUMEN Y ETIQUETADO DE LOS CONCURSOS

Cómo funciona Tagger, qué ofrece y cómo lo utilizamos:

Tagger es un software que nos permite etiquetar todas las puntuaciones de la competición y, al hacerlo, recopilar datos estadísticos. El software está diseñado para que podamos etiquetar los concursos en el menor tiempo posible. Para cada puntuación, establecemos (determinamos) qué sucedió y cuándo. Debido a que analizamos una gran cantidad de concursos, es importante que el sistema sea eficiente en el tiempo. Un administrador hábil de la IJF puede marcar una pelea promedio en menos de 1 minuto. De esta manera, un administrador de la FIJ puede etiquetar todos los concursos de una competición (generalmente en tres colchonetas) durante la competición e inmediatamente después de la competición. El programa no está completamente automatizado debido a los errores que ocurren durante la competición: errores en el marcador, modificaciones de las decisiones del árbitro y demás. El administrador de la FIJ también es responsable de la determinación del tiempo exacto de cada puntuación.

EL PROCEDIMIENTO para editar los COMBATES:

• Se registran todos los combates de la competición. El video se transmite directamente en la transmisión en vivo y, al mismo tiempo, se almacena en el almacenamiento local. Los datos del marcador se transmiten a la misma unidad una vez por segundo. El software combina los datos del marcador y el vídeo para cortar el vídeo en concursos individuales. Esto se hace automáticamente durante la competición.

• Una persona es supervisor en la competición, y su responsabilidad es comprobar que todas las conexiones funcionan, que los vídeos y los datos del marcador se almacenan de forma segura, y que sube los vídeos a YouTube u otras plataformas. La segunda persona es el administrador remoto del sistema, y su responsabilidad es supervisar las transmisiones de video y datos en vivo.

• Una vez que los videos se suben a YouTube, puede acceder a ellos a través de http://tagger.ijf.org

• Este software nos permite etiquetar todas las puntuaciones. El administrador de la FIJ edita y etiqueta cada concurso. En primer lugar, comprueba que el vídeo y los datos son válidos. A continuación, establece el momento exacto en que se concedió el marcador y define los penaltis.

• Una vez hecho esto, publica los datos. Cuando se publican los datos, diferentes sistemas pueden acceder a la información.

• Posteriormente el experto en Kodokan etiqueta todas las técnicas. Cuando se han definido todas las técnicas, se finaliza la edición del concurso.

Por ahora, el Tagger es accesible solo para los administradores de la IJF y los expertos en Kodokan. Pero hay una opción adicional establecida. Existe la opción de etiquetas oficiales y etiquetas personales. Una etiqueta personal es una opción para entrenadores, competidores o investigadores. En esta opción, puedes establecer cualquier acción que te parezca interesante y posteriormente compartirla con otros.

El administrador de IJF puede encontrar la pelea en el navegador del concurso.

TAGGER Dashboard Contest Browser Tag Competition

Contest browser

Search for Full contests Playlist

Type here to search

LAT - Cadet European Championships (individual)

Clear All Save Search

Cadet European Championships (individual)

Round 2 -66 • 04:00 MARINX, Ray KHODCHANKA, Mikita	Round 2 -66 • 02:51 BERUASHVILI, Giorgi DIMITRIADI, Christos	Round 2 -66 • 01:24 HUSEYNOV, Gadir KASERER, Alexander	Round 2 -66 • 02:50 ARBUZOV, Timur DOBRANIC, Milan
Round 2 -66 • 00:04 TOROSYAN, Artak LIWOCHA, Krystian	Round 2 -66 • 02:15 DE LUCA, Ciro KUCZYNSKI, Jakub	Round 2 -66 • 03:49 STARCENCO, Timofei BOLZAN, Nikita	Round 2 -66 • 01:09 ACCOGLI, Valerio ERRBOE, Morgan
Round 2 -66 • 04:00 DIKAJEV, Saad YOTOV, Boyan	Round 2 -66 • 01:14 FURST CRTANEC, Tobias AGHASYAN, Davit	Repechage Round 2 -66 • 04:00 DOBRANIC, Milan HUSEYNOV, Gadir	Repechage Round 2 -66 • 03:16 LIWOCHA, Krystian DE LUCA, Ciro
Repechage Round 2 -66 • 00:33 PETRESCU, Alexandru POTAPOVS, Emils	Repechage Round 2 -66 • 02:34 KARADUMAN, Emre BIRLUND, Aksel	Round 3 -66 • 00:36 BERUASHVILI, Giorgi KHODCHANKA, Mikita	Round 3 -66 • 03:42 ARBUZOV, Timur HUSEYNOV, Gadir

9.4. Navegador de concursos del sistema IJF

Cuando hayas elegido el combate, podrás editarla.

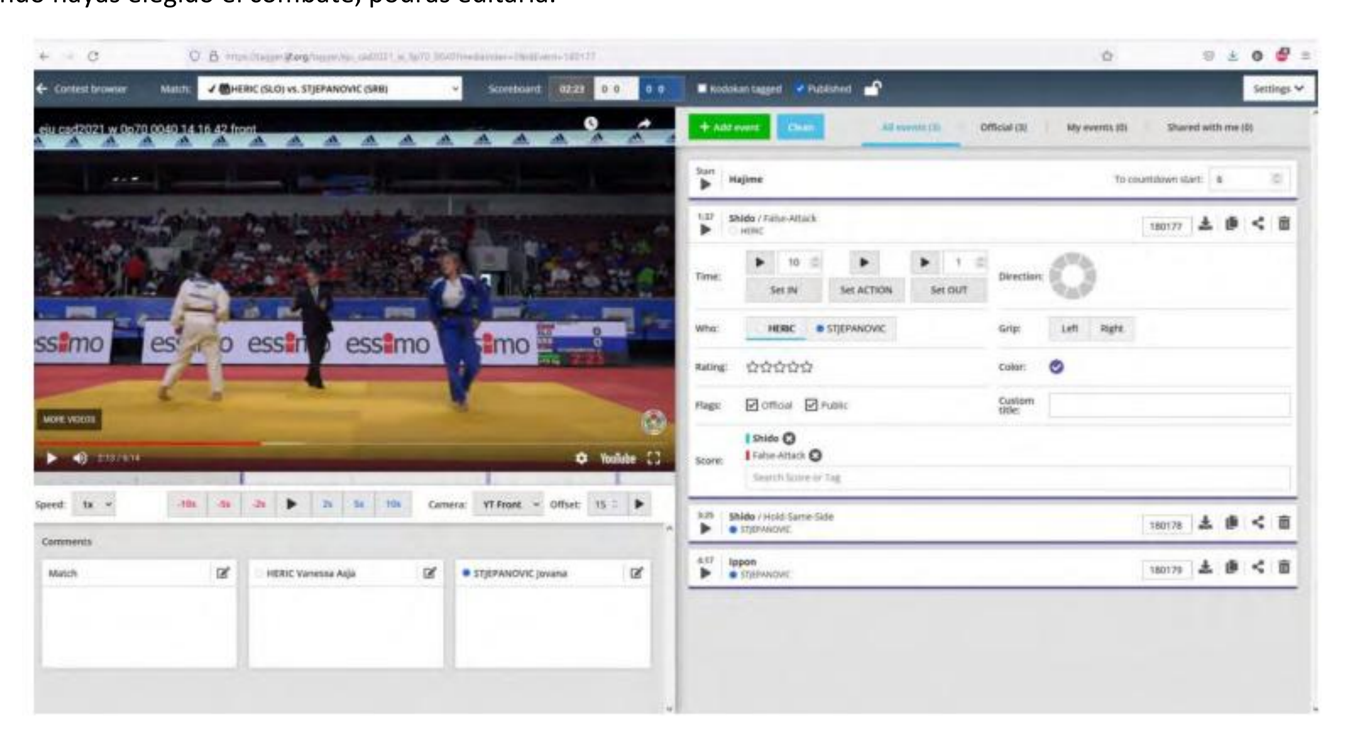
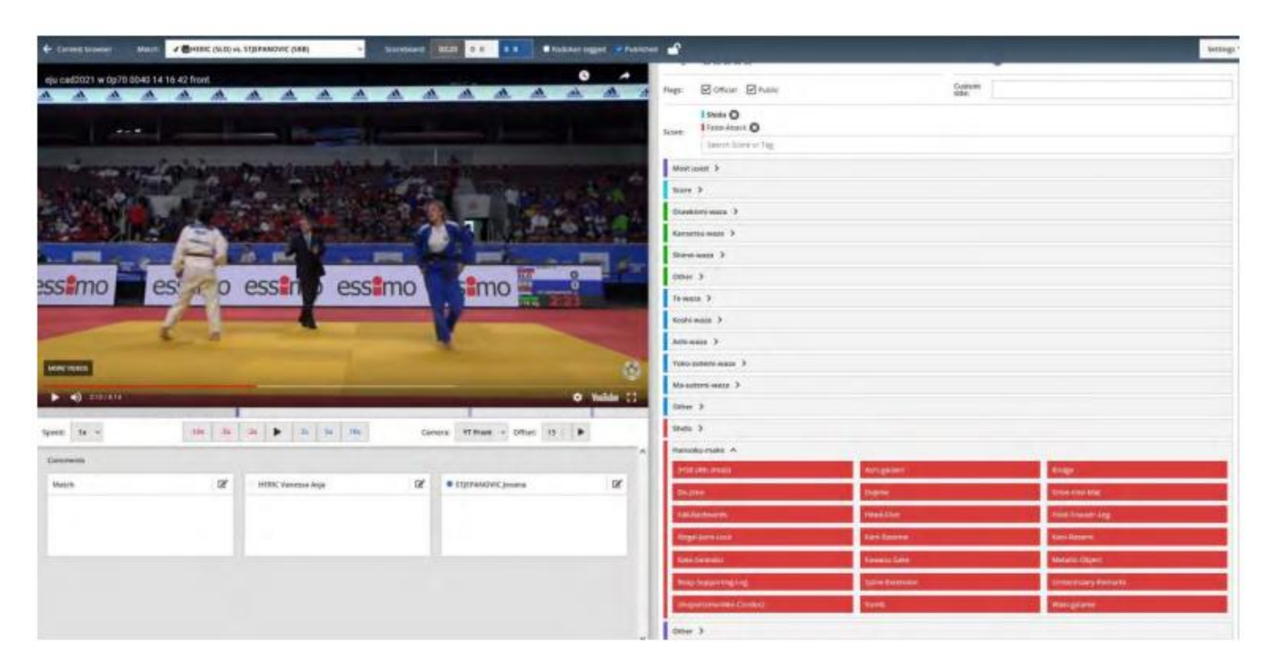


Fig. 9.4. Vista de combate del sistema IJF

Todas las puntuaciones que tuvieron lugar durante el concurso ya están marcadas. El administrador de la FIJ establece la hora exacta en que ocurrieron y corrige cualquier error. También marca todos los penaltis. Una vez hecho esto, publica el vídeo. Las técnicas no son etiquetadas por el administrador de la FIJ, sino por expertos del Kodokan. La razón de esto es

que la FIJ quiere que los datos sean lo más precisos posible, por lo que los mejores expertos del mundo lo supervisan. La FIJ está en constante diálogo con Kodokan, y es universalmente aceptado que son la referencia para la revisión de la técnica. Cuando definen las técnicas, marcan la pelea etiquetada por Kodokan y luego los datos se relacionan con la base de datos.



Higos. 9.4. Sistema IJF Kodokan Etiquetado

Todas las acciones las etiquetas del Administrador de la FIJ están predefinidas en el sistema. De este modo, se evitan los errores innecesarios que pueden producirse por faltas de ortografía y demás, y también agilizamos el proceso. Todas las etiquetas se basan en las reglas de referencia de la FIJ y en la lista oficial de técnicas de la FIJ.

El sistema está preparado para ofrecer a los usuarios la posibilidad de etiquetar sus propias acciones (Mis Eventos). Solo el usuario y las personas con las que comparte las etiquetas (Compartido conmigo) pueden verlas. Esta puede ser una herramienta muy útil para los entrenadores que preparan las tácticas para sus competidores. Pueden definir si las técnicas se realizan a la izquierda o a la derecha, en qué dirección se realizan las técnicas y pueden comentar cada técnica. El sistema aún no está abierto para los usuarios.

Una vez que los concursos están etiquetados, la información está disponible y se muestra en diferentes sitios de Internet que están conectados:

- https://www.ijf.org

- https://live.ijf.org/

- https://judobase.ijf.org/#/dashboard

- https://judo.ijf.org/

Cada sitio tiene un propósito diferente, por lo que los datos se utilizan y muestran de manera diferente en cada sitio. A continuación se muestra una breve descripción de cómo se muestra la información.

https://live.ijf.org/

El objetivo de este sitio es permitir a la comunidad de judo seguir en vivo las competiciones que se llevan a cabo en todo el mundo.

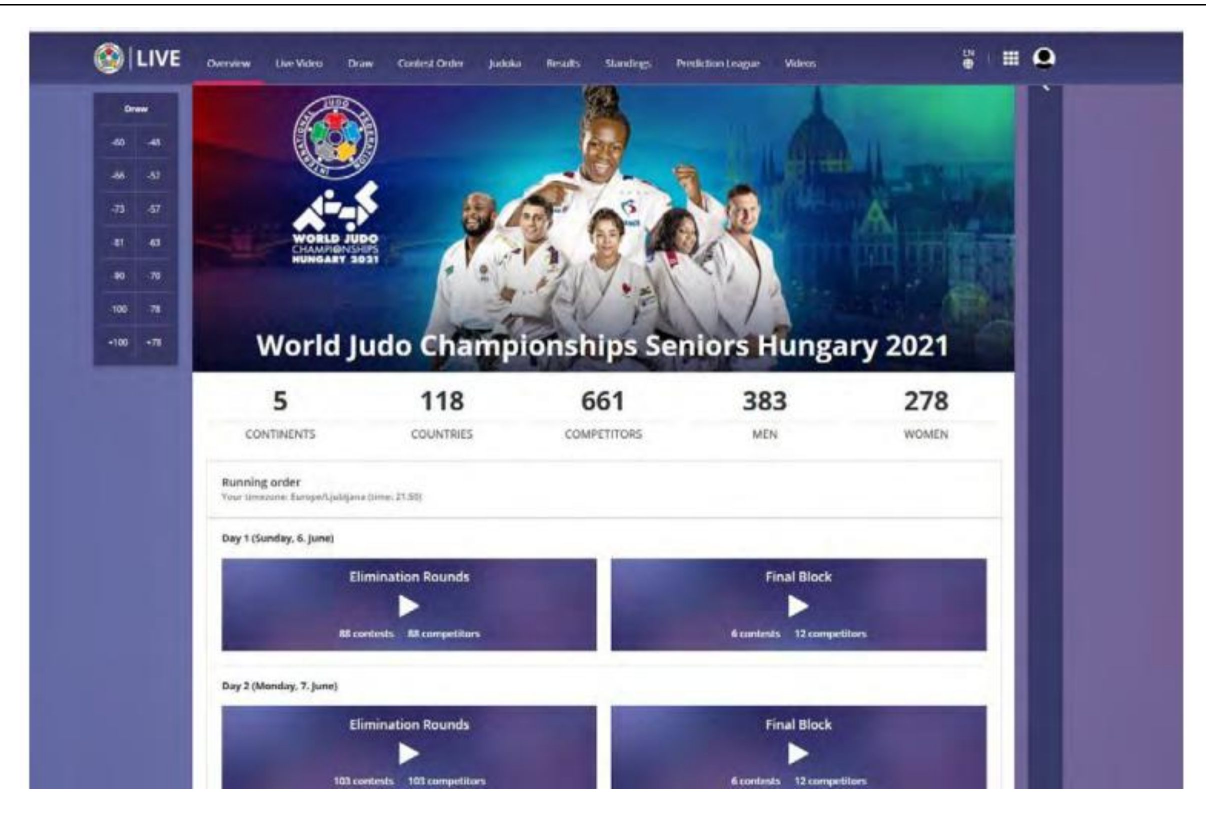


Fig. 9.4. IJF Site 1 "Live.IJF.org"

En este sitio puedes encontrar toda la información que necesitas para seguir las competiciones en directo:

- Participantes (países, competidores)

-Dibujar

- Transmisión en vivo

- Orden del concurso

-Resultados

- Subidas de vídeos con resultados y etiquetas del concurso

- Liga de predicción (puedes votar por los ganadores y comparar tu resultado con el de otros miembros de la comunidad de judo) Aquí se suben los concursos, el vídeo y los resultados durante la competición.

Los concursos también están etiquetados para que los espectadores puedan encontrar fácilmente cuándo tuvieron lugar las acciones. Por lo general, la carga y etiqueta de los concursos se realiza en 10 a 15 minutos después de que el combate haya terminado.

Es fácil para los espectadores encontrar el contenido que quieren ver en el sorteo o en el orden del concurso.

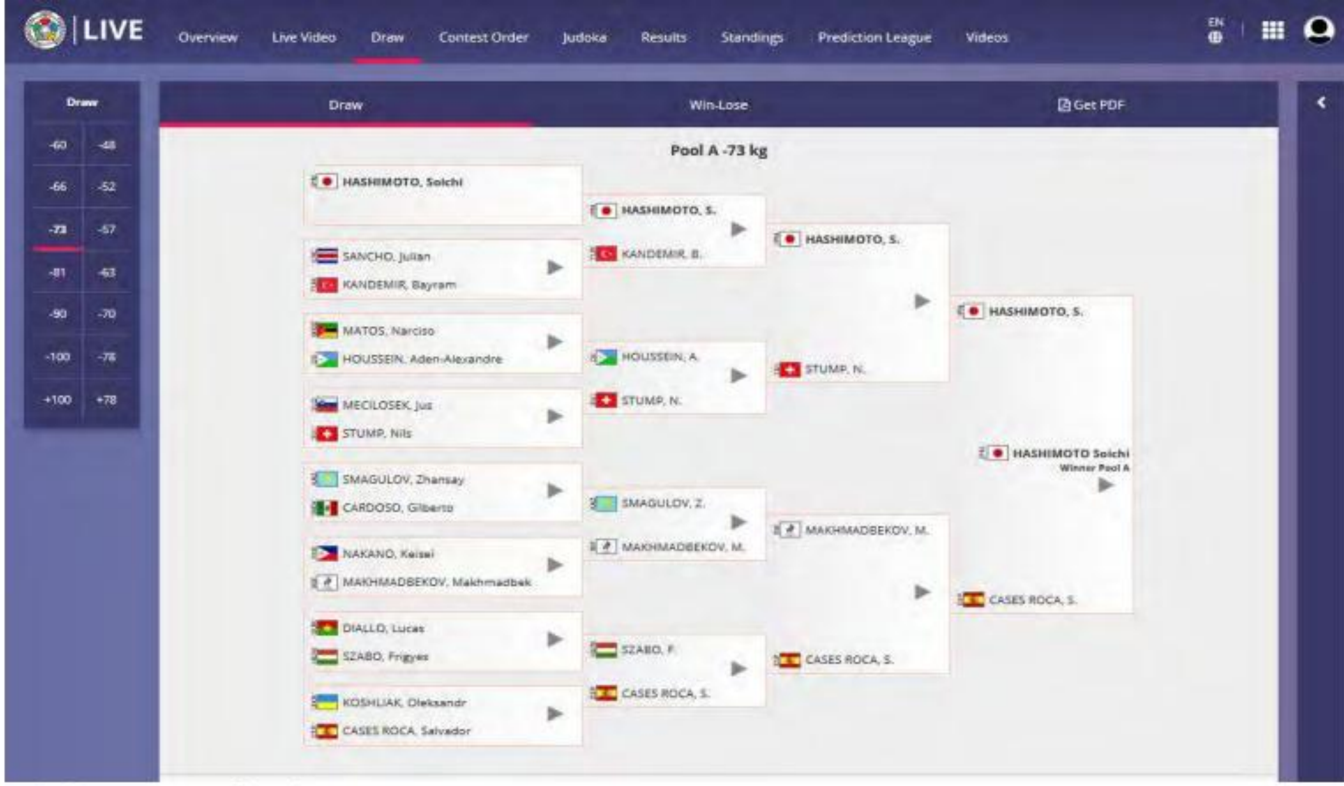


Fig.9.4.ε IJF Site 1 Draw

LIVE
Overview Live Video Draw Contest Order Judoka Results Standings Prediction League Videos
EN
Draw
-60 -48
-66 -52
-73 -57
-81 -63
-90 -70
-100 -78
+100 +78
Day 1 Day 2 Day 3 Day 4 Day 5 Day 6 Day 7
Past Contests | | Show my votes
Type to find contests
Final Block 17:00
Final +100 #67
BASHAEV, Tamerlan 0
KAGEURA, Kokoro 1
Bronze +100 #66
KHAMMO, Yakiv 1 1
ZAALISHVILI, Gela 0
Bronze +100 #65
MEYER, Roy 1 0
SILVA, Rafael 0
Final +78 #67
ASAHINA, Sarah 1 0
TOMITA, Wakaba 0

9.4.ζ IJF Site 1 Contest Order

Si el concurso ya está etiquetado, lo verás mostrado así:

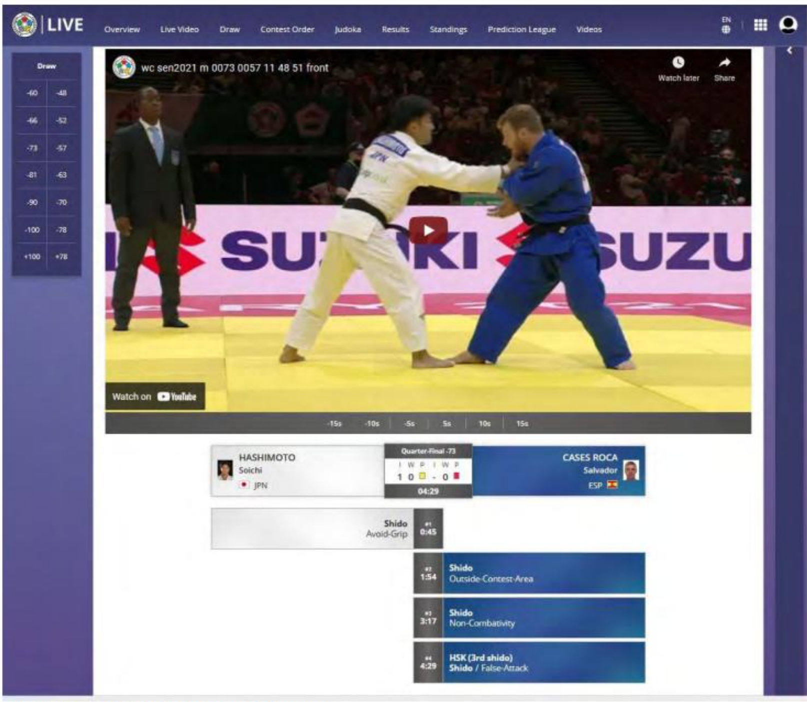


Fig.9.4.η IJF Site 1 Tagged Contest

Al hacer clic en la puntuación, el vídeo comenzará a reproducirse 5 segundos antes de que se alcance la puntuación.

https://www.ijf.org

Este es el sitio principal de la IJF, donde se presentan todas las actividades y se comunica con la comunidad del judo. Además de toda la información, también se presentan todos los resultados de las competiciones de la IJF. La presentación es similar a la de la IJF en vivo.



Fig.9.4.θ IJF Site 2 "Main Site"

Si quieres ver una pelea determinada, podrás encontrarla en concursos.

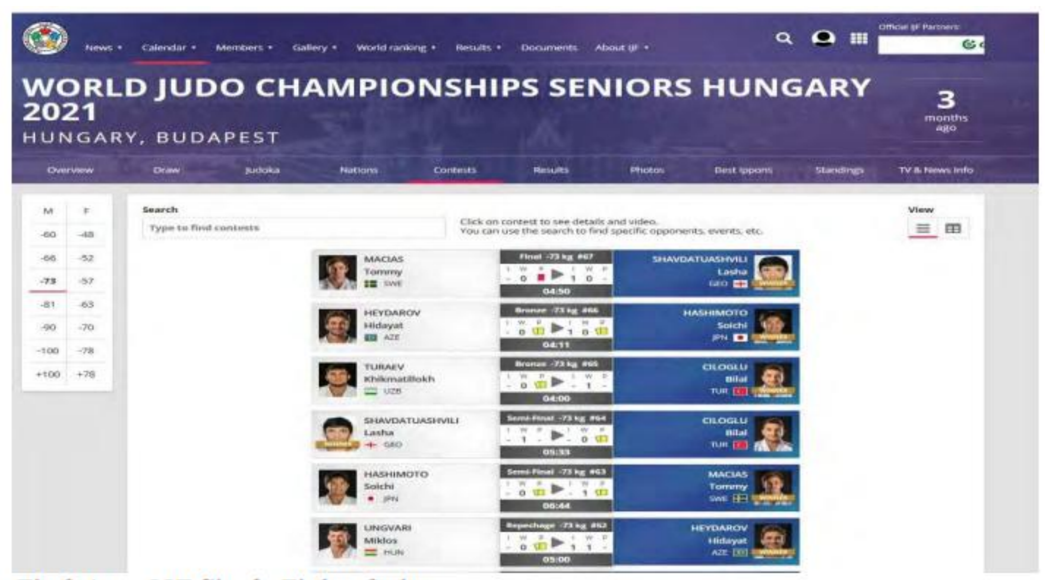


Fig.9.4.ι IJF Site 2 Fights Order

Cuando eliges el concurso, todas las puntuaciones del concurso se mostrarán de la misma manera que en IJF en vivo.

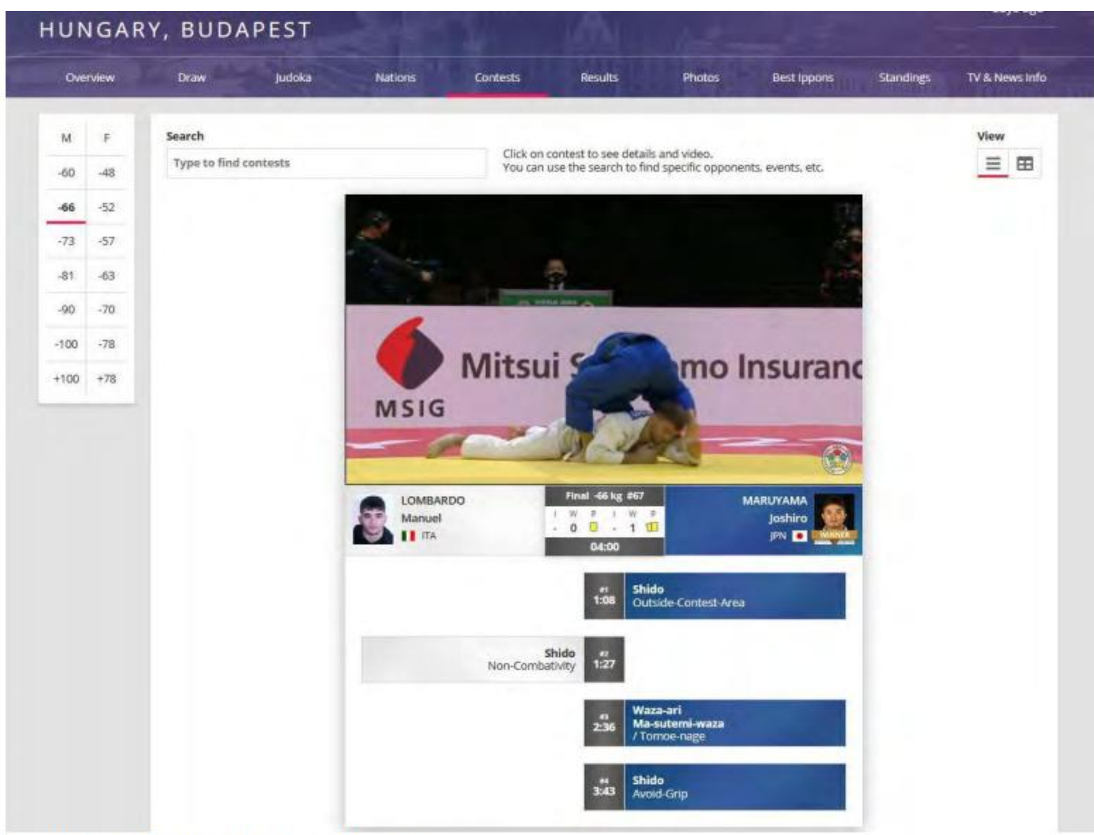


Fig.9.4.κ IJF Site 2 Tagged Fight

https://judobase.ijf.org/#/dashboard

En este sitio, puedes encontrar información más detallada sobre los competidores, las competiciones, los puntajes y las clasificaciones. Puedes ver la pelea completa o buscar solo puntajes o técnicas específicas.

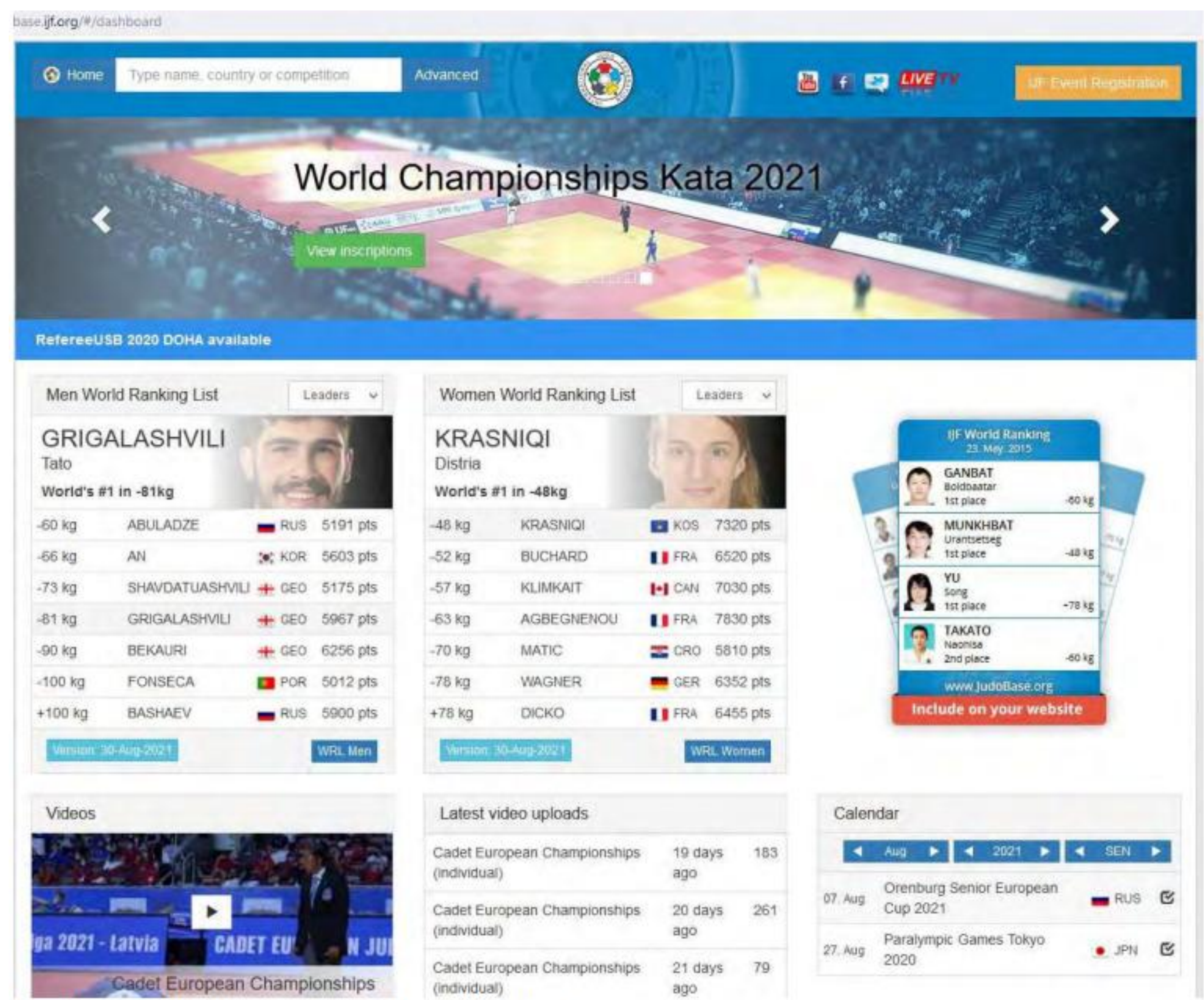


Fig.9.4.λ IJF Site 3 " JudoBase.IJF.Org"

Puedes buscar:

- Competición
- Naciones
- Competidor
- Categoría
- Puntuación
- Etiqueta

Y todas las combinaciones de las anteriores.

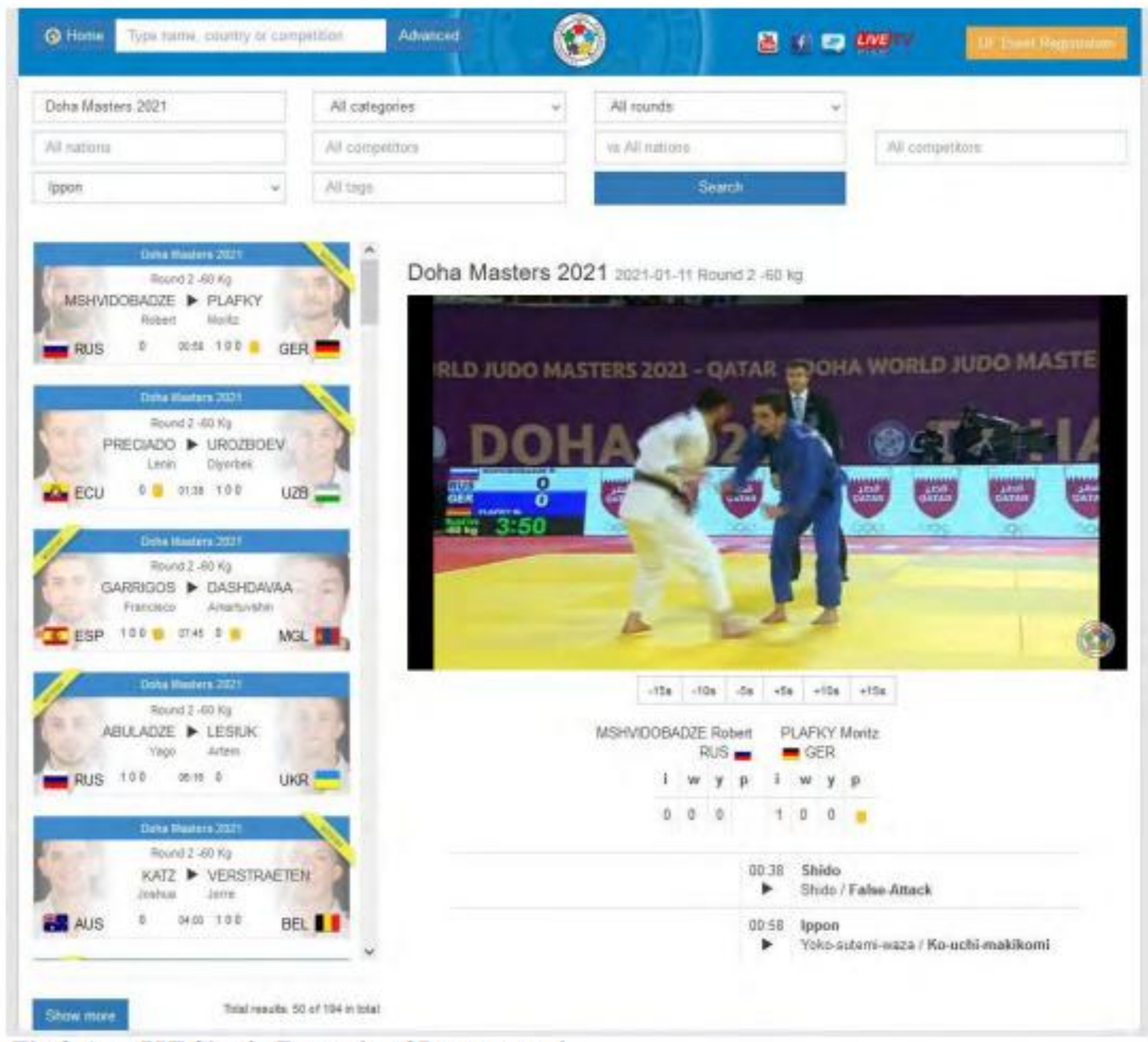


Fig.9.4.µ IJF Site 3 Example of Ippon search

https://judo.ijf.org/

Este sitio está destinado a fines educativos. Todas las técnicas oficiales de la IJF se presentan en una breve descripción, un video y una animación en 3D. Las realizan expertos de Kodokan. Cada técnica se vincula a ejemplos de competición basados en etiquetas de Kodokan. Puede optar por buscar por competidores o competiciones. De esta manera, los competidores y los entrenadores pueden aprender técnicas básicas y también investigar diferentes variaciones de técnicas de competición.



Fig.9.4.v IJF Site 4 "JUDO.IJF.ORG" Technical Educational Site

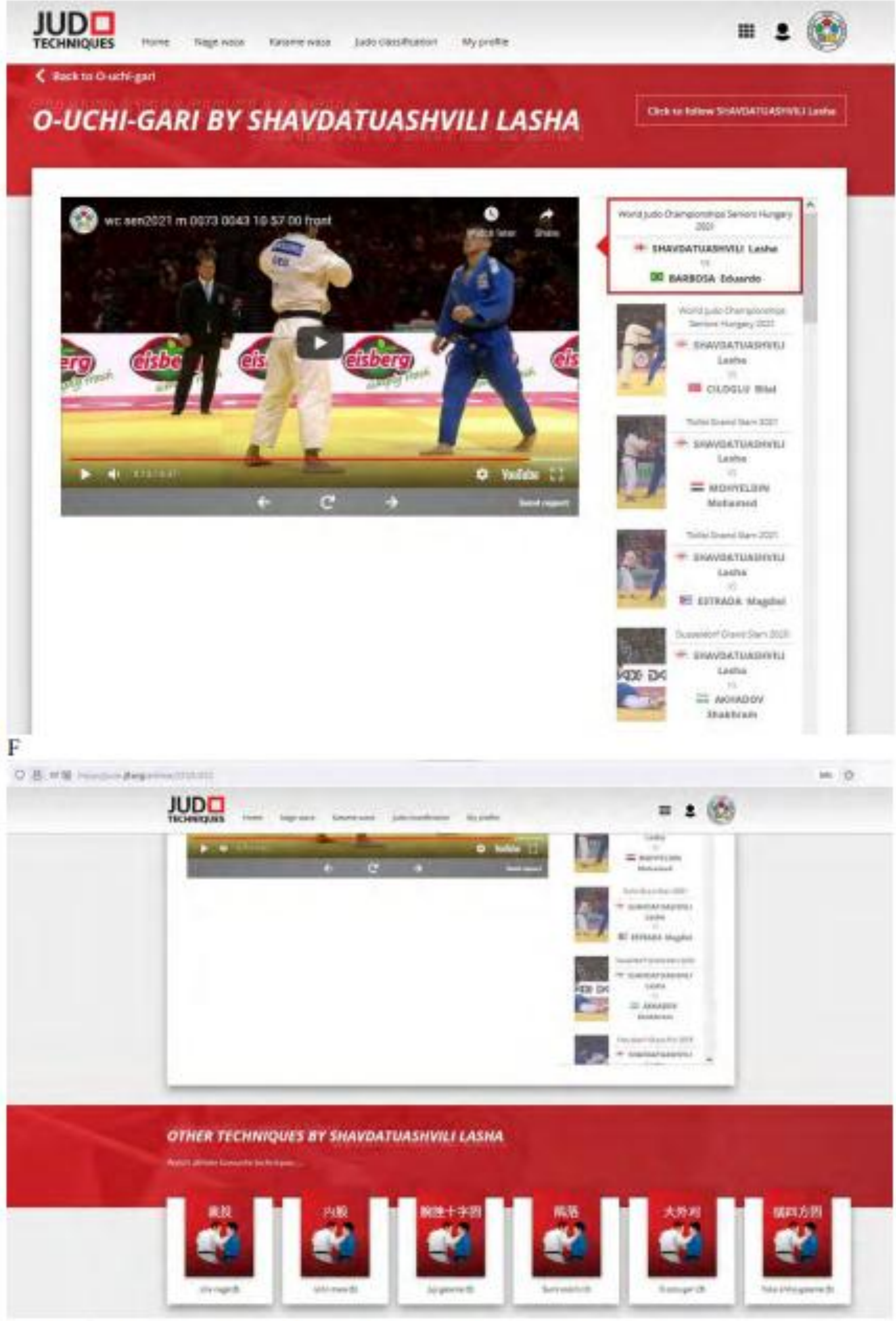


Fig.9.4.ξ IJF Site 4 Example of Athlete complete technical Scouting

SITIO RESERVADO DE DATOS ESTADÍSTICOS DE LA FIJ

Los administradores de la FIJ tienen acceso a dos sitios que nos permiten recopilar datos estadísticos:

- https://www.ijf.org/backend/statistics

- https://www.ijf.org/backend/tag_search?

Las estadísticas recopiladas en este sitio se presentan a las comisiones de la FIJ para que puedan tomar decisiones informadas sobre el futuro del deporte del judo. https://www.ijf.org/backend/statistics La página está cerrada para el

público y solo los administradores de la FIJ tienen acceso. El objetivo principal es analizar los datos y permitir el seguimiento de las tendencias.



Fig.9.4 o IJF Reserved Site

El sitio nos permite analizar los datos de:

- Cierta competición

- Cierto nivel de competición

- Diferentes grupos de edad

- Cierto período

En función de las etiquetas definidas en Tagger, el programa recopila automáticamente las siguientes estadísticas:

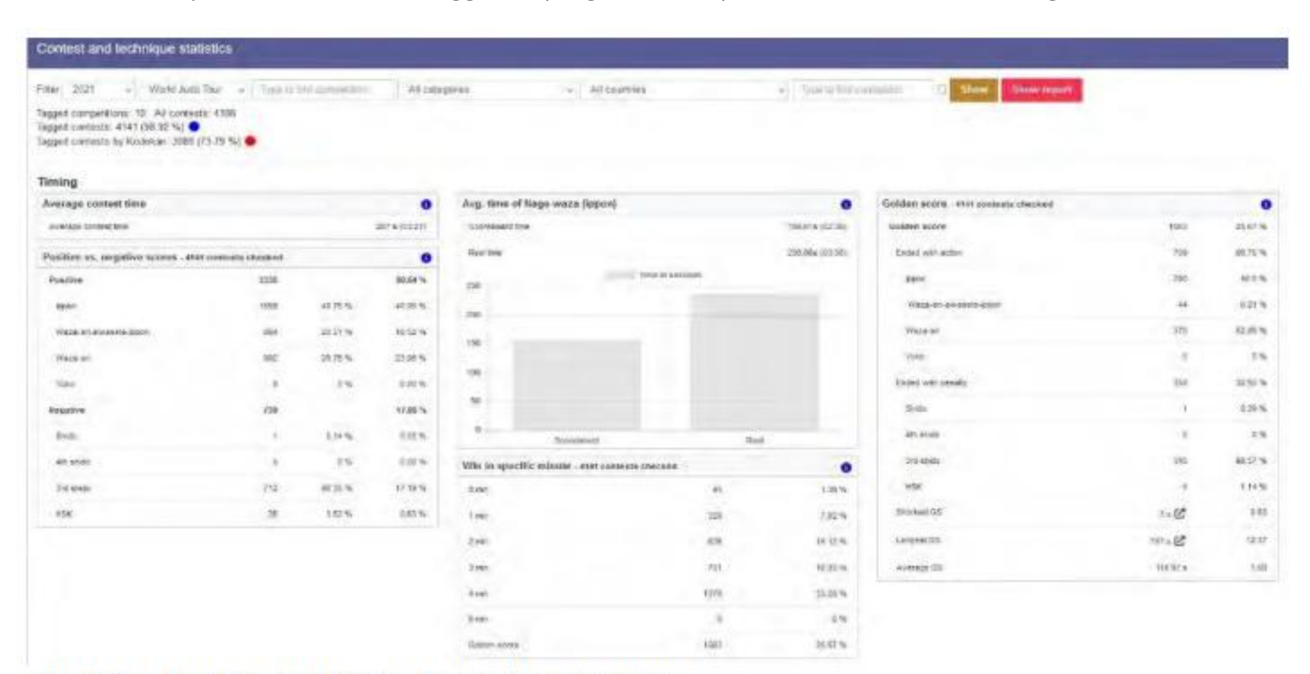


Fig.9.4.π IJF Reserved Site Example of Statistics

Hora de la competición:

• Tiempo medio del combate

• Tiempo medio para anotar ippon (marcador, real)

• En qué minuto ha terminado el combate

• Tiempo del golden score (más corto, más largo, promedio)

Puntuaciones:

• Número y porcentaje de concursos ganados con puntuación positiva (ippon, waza-ari awasete ippon, waza-ari)

• Número y porcentaje de concursos ganados con puntuación negativa (3.º shido, hansoku-make)

• Las mismas estadísticas para el golden score

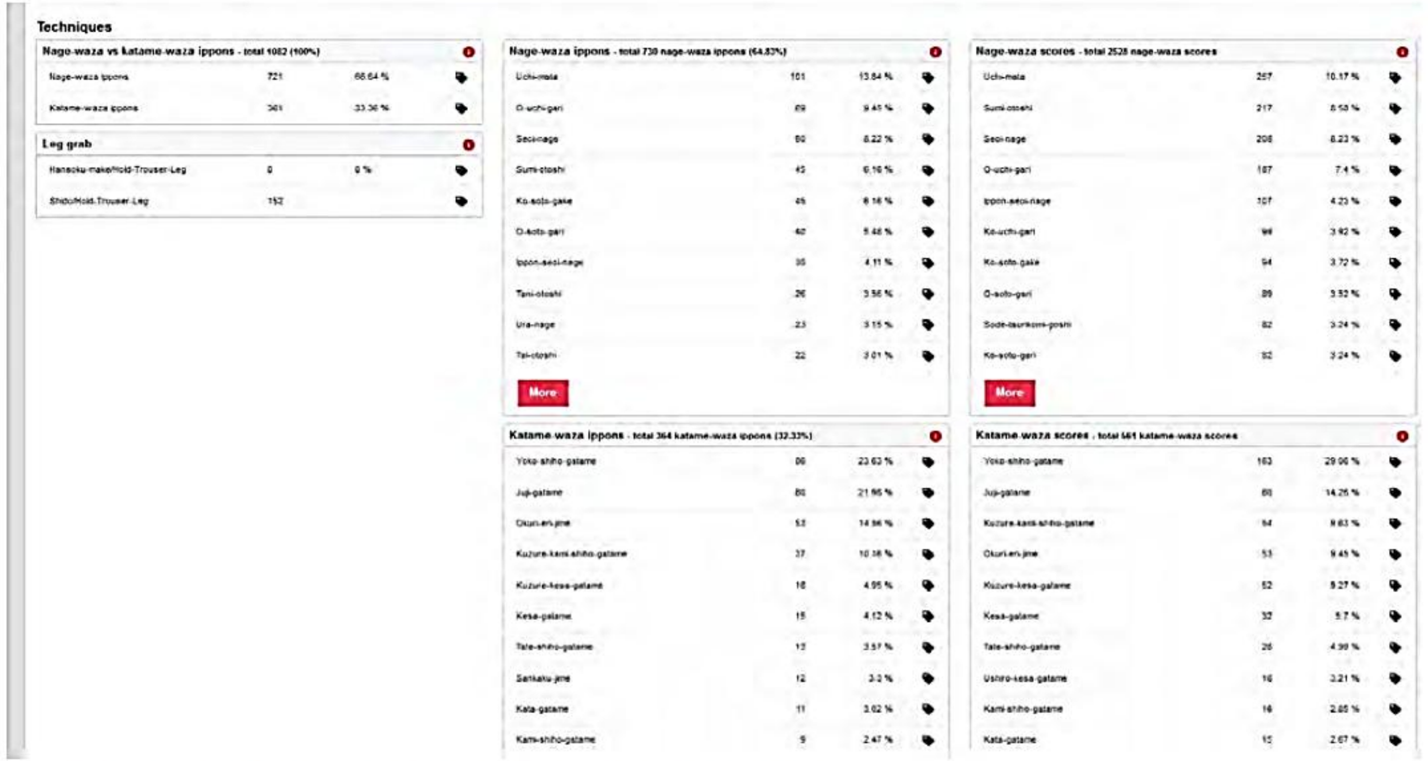


Fig.9.4.ρ IJF Reserved Site Example of Statistics

Además, se analizan las técnicas utilizadas en las competiciones: • Cuántos ippones se consiguieron con nage waza y cuántos con katame waza, • Cuántos ippones se consiguieron con una determinada técnica, • Cuántos waza-aris se consiguieron con una determinada técnica. También podemos analizar las puntuaciones negativas (penalizaciones) y determinar cuál fue la principal razón para: - Shido y - Hansoku-make

https://www.ijf.org/backend/tag_search?

Este sitio también está disponible únicamente para los administradores de IJF. Nos permite buscar determinadas etiquetas para poder revisarlas y buscar los ejemplos que queremos demostrar.

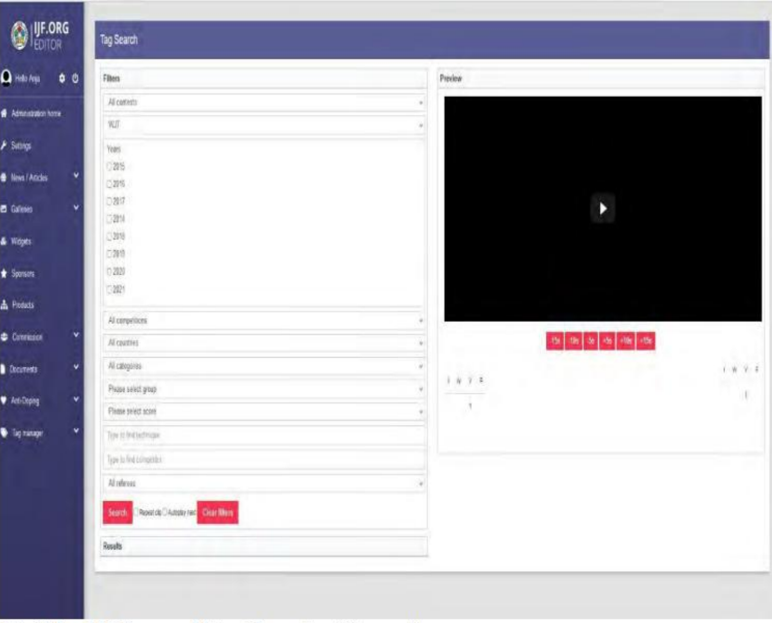


Fig.9.4.χ IJF Reserved Site Example of the working area

Hoy en día 2021 es posible encontrar servicios web en línea que brindan información a diferentes niveles sobre el análisis de partidos en todo el mundo. Dos ejemplos interesantes son el Sistema de Datos de Judo y el Analizador de Atletas

Sistema JudoData

Judo Data analiza todas las competiciones válidas para el Clasificatorio Olímpico del Circuito Mundial FIJ organizado bajo los auspicios de la Federación Internacional de Judo (No hay Campeonatos Continentales porque, por ejemplo, no hay videos de los Campeonatos Africanos y a menudo ni siquiera de los Panamericanos). El análisis de cada una de las reuniones se lleva a cabo en dos fases. El primero es el análisis notacional, durante el cual los eventos se registran de forma semiautomática y ya se enriquecen con datos básicos. La segunda fase es la de la descripción técnica detallada de lo grabado. Todos los datos generados y presentados en www.judodata.com están relacionados con la parte relevante del video.

Sobre la base del nivel de suscripción al que se haga, es posible filtrar y ver los videos específicos relacionados con lo que se solicita (ejemplo: Todos los Uchi Mata que han producido un resultado y se han realizado con el agarre clásico a la izquierda (Hidari Kumi Kata).

Los Eventos registrados y algunas de sus características son:

Evento - Características

* Fases activas (Hajime-Matte) *: Duración; Acercamiento a Kumikata; Árbitro

* Fases pasivas (Matte-Hajime) *: Duración; Revisión de video; Árbitro

* Ataques de Tachi Waza *: Tori; Lateralidad Tori; Kumikata Tori; Uke; Lateralidad de Uke; Técnica; Familia técnica; Árbitro

* Ataques de Ne Waza *: Tori; Posición de trabajo Tori; Uke; Acción de apertura; Técnica (si la hubiera); Familia técnica; Árbitro

* Sanciones *: "Uke"; Tipo de Sanción; motivo de la sanción; Árbitro

Resultado de la reunión *: Ganador; Perdedor; Tipo de resultado; Árbitro.

A partir del cálculo de los datos recopilados, se obtienen diferentes índices de rendimiento que componen los puntos de rendimiento de cada atleta en cada evento. Estos puntos se suman a los de la Lista oficial del Ranking Mundial y generan la Lista de Clasificación de Rendimiento, una lista que considera no solo la posición en el ranking en los distintos torneos, sino también el rendimiento técnico de cada Atleta. JudoData está dirigido a un público heterogéneo y variado, pudiendo ser simplemente consultado por aficionados y no aficionados, o utilizado por los reporteros para proporcionar información más detallada. Además, pretende convertirse en una herramienta para los profesionales que pretenden maximizar el trabajo de Análisis de Partidos a través de un sistema de visualización y búsqueda extremadamente potente y flexible.

Analizador de Atletas Judo

La primera versión de Athlete Analyzer Judo se lanzó en 2015 y ha estado en constante desarrollo desde entonces. Athlete Analyzer es un software que consiste en un sistema web combinado con aplicaciones para iPhone y Android. El propósito del Athlete Analyzer es proporcionar un sistema completo para el desarrollo a largo plazo de los judokas, desde el nivel de club hasta los miembros del equipo olímpico. Como decimos, son utilizados por los atletas olímpicos, hechos para todos. Athlete Analyzer es lo suficientemente fácil de usar para atletas a partir de 14 años y lo suficientemente potente como para apoyar a los atletas mayores al más alto nivel. Athlete Analyzer consta de dos partes principales: Análisis de vídeo y Gestión del entrenamiento. Hay amplias funciones para mejorar la colaboración entre entrenadores y atletas dentro de los equipos y entre entrenadores en diferentes niveles. Muchos de nuestros usuarios atletas son miembros de un club, un equipo regional y el equipo nacional. Todos los entrenadores que rodean a cada atleta utilizan Athlete Analyzer para ayudar a los atletas a desarrollarse y alcanzar su máximo potencial.

Análisis de video

El análisis de video es una parte natural de todo el desarrollo de los atletas. Athlete Analyzer facilitó esto en un proceso de cuatro partes que se describe a continuación.

Cargar el video

Muchos de nuestros usuarios más jóvenes usan sus teléfonos inteligentes para grabar sus partidos. Después de la competición, suben sus videos de partidos a Athlete Analyzer. Si los partidos son transmitidos o almacenados en YouTube por el organizador de la competición, también pueden vincular sus partidos directamente desde YouTube.

Etiquetado de videos

Por lo general, el atleta etiqueta sus propios videos de partidos. Athlete Analyzer viene con etiquetas estructuradas predefinidas, lo que hace que sea muy fácil y rápido etiquetar situaciones de partidos como puntuaciones y penalizaciones.

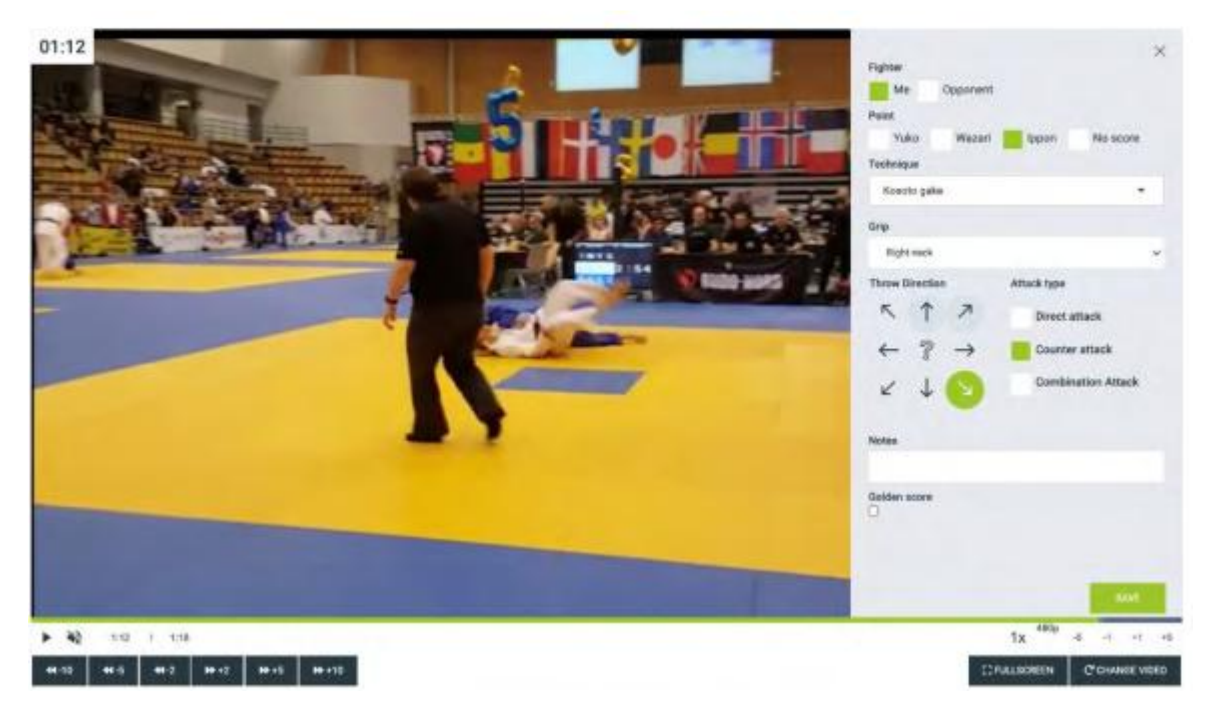


Fig.9.4s Penalizaciones y puntuaciones del analizador de atletas

En el nivel más alto, puede ser un entrenador o un analista de video quien haga el etiquetado, pero no lo recomendamos. Hay muchos beneficios de dejar que los atletas sean responsables del etiquetado. Dos de ellos son:

• Los atletas ven y reflexionan sobre sus propios partidos de forma estructurada.

• Los atletas asumen la propiedad de sus propios datos, lo que permite discusiones más objetivas entre el atleta y el entrenador o entrenadores.

Un beneficio adicional es que el entrenador tiene todo servido y puede usar su tiempo para concentrarse en el análisis en lugar de etiquetar. Permite ayudar a más deportistas en menos tiempo.

Análisis a corto plazo

Cuando un nuevo combate ha sido etiquetado por un atleta, todos los entrenadores conectados a ese atleta recibirán una notificación. Los entrenadores ven el combate y escriben comentarios y hacen ilustraciones en la parte superior del video. Cada comentario también es un marcador de la situación en el video, lo que mejora la comunicación y la comprensión, minimizando los malentendidos. Esto es muy útil si el atleta tiene entrenadores de club y entrenadores nacionales. El análisis a corto plazo se utiliza principalmente para encontrar problemas u oportunidades en los que trabajar a corto plazo.

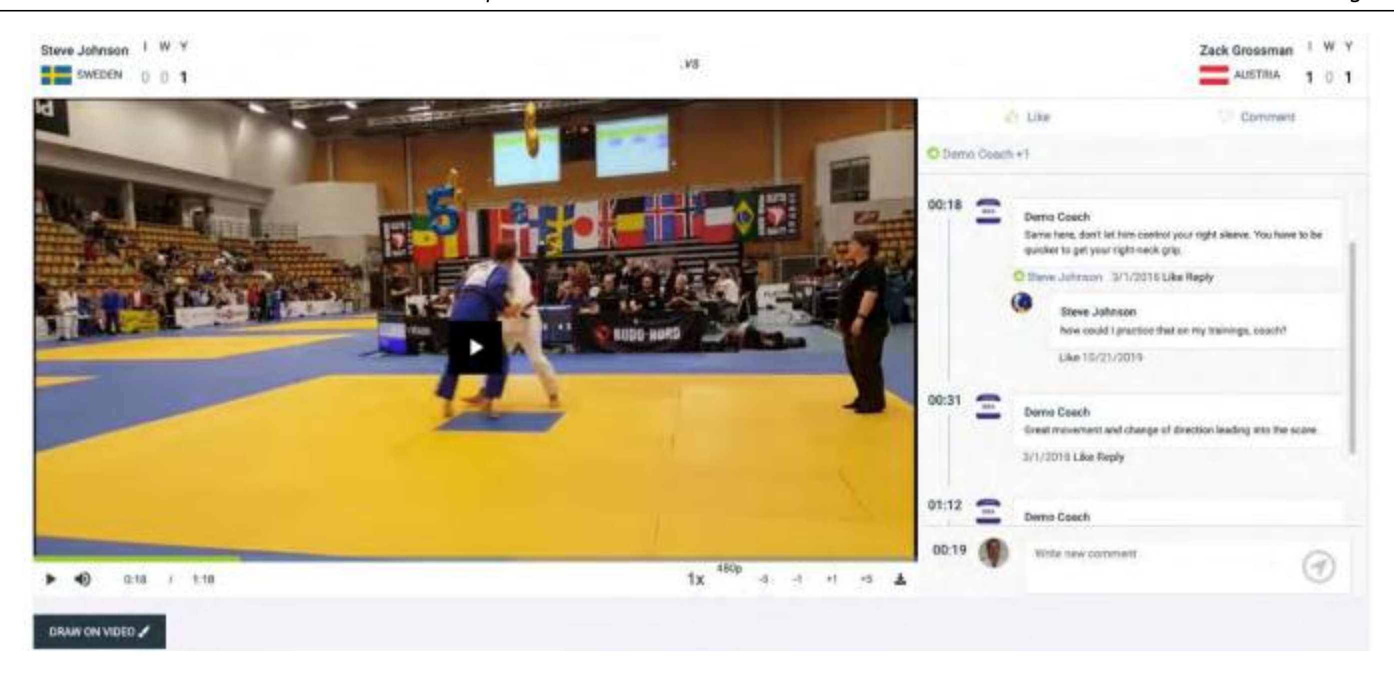


Fig.9.4.t Estudio a corto plazo del analizador de atletas

Análisis a largo plazo, datos estadísticos

Un enfoque fuerte a lo largo de todo el desarrollo de Athlete Analyzer ha sido hacer que los datos estadísticos sean fáciles de entender y procesables. Se desea que los atletas, desde los precadetes hasta los seniors, y sus entrenadores, independientemente de su nivel, obtengan información detallada sobre sus fortalezas y debilidades. Athlete Analyzer visualiza patrones en varios gráficos en los que se puede hacer clic para filtrar lo que debe analizarse más a fondo. Los datos estadísticos se dividen en tres perspectivas de análisis diferentes; Técnicas, penaltis y combates. Es, por ejemplo, fácil ver qué técnicas tienen una alta tasa de uso, pero tienen una baja eficiencia de puntuación. Los datos están marcados en los videos, lo que hace que sea muy rápido y fácil estudiar cada técnica en detalle. Es posible combinar los filtros para que el usuario pueda, por ejemplo, descubrir qué técnicas son la mayor amenaza en los últimos minutos del partido, etc. Las posibilidades de crear nuevos conocimientos son casi infinitas.

Listas de reproducción

Esta es una característica muy utilizada para simplificar la colaboración entre el atleta y los entrenadores del atleta. Caso de uso común: El seleccionador nacional está realizando un análisis a largo plazo y descubre algunas áreas a mejorar durante el próximo periodo de entrenamiento. El entrenador puede agregar fácilmente algunos de los videoclips marcados a una lista de reproducción y luego compartirlos con el atleta y los entrenadores del atleta. Esto hace que la colaboración entre los entrenadores nacionales y los entrenadores de los clubes sea muy efectiva. Todos los entrenadores que rodean al atleta, y por supuesto el atleta, saben en detalle en qué trabajar en su desarrollo posterior.

Gestión de la formación

La gestión del entrenamiento en Athlete Analyzer se desarrolla con un fuerte enfoque en la colaboración entre los entrenadores y sus atletas y la facilidad de uso.

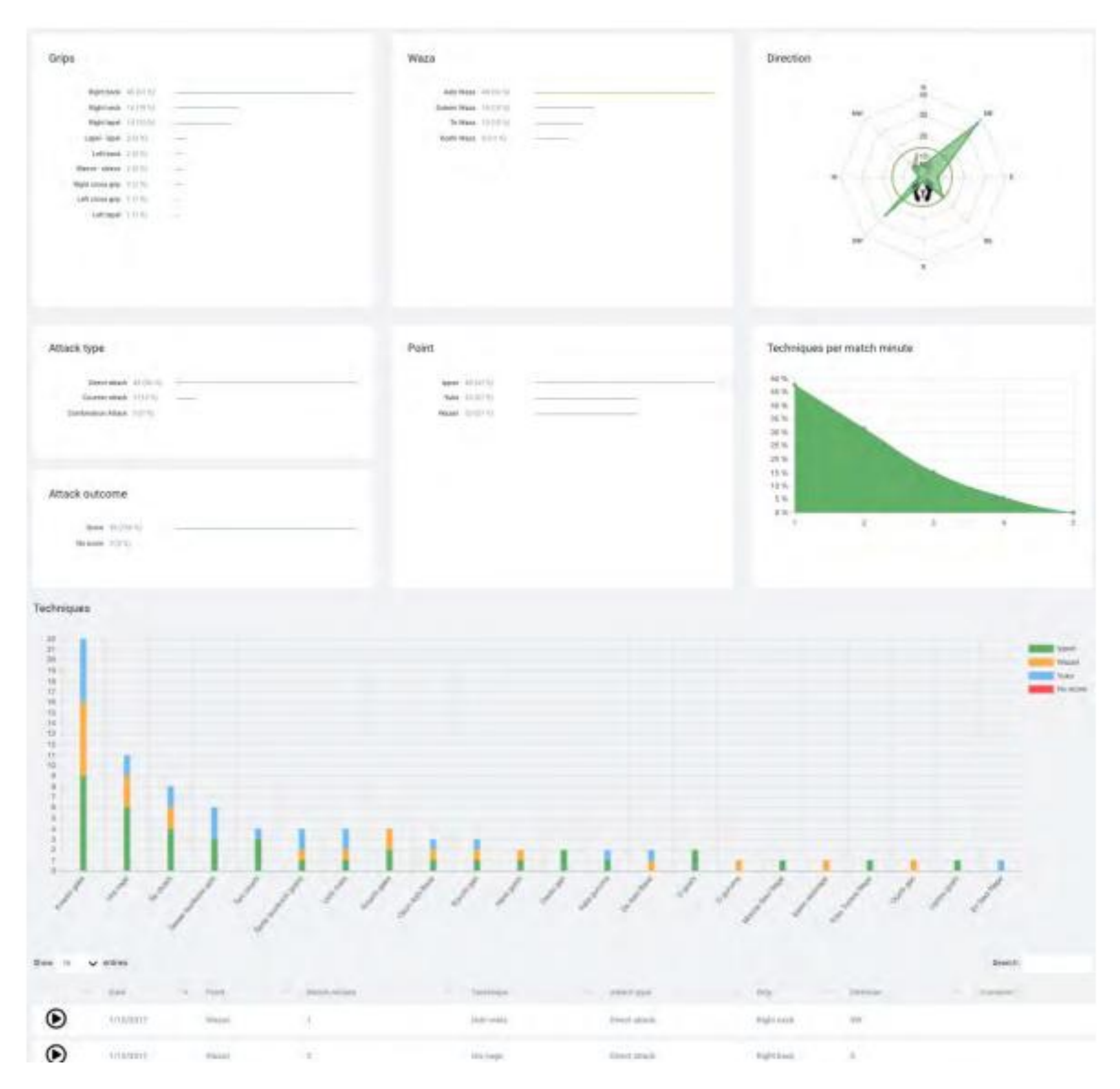


Fig.9.4.u Tratamiento estadístico de los datos del analizador de atletas

Planificación de la formación

El proceso de gestión de la formación comienza con el plan de formación. El entrenador crea un plan de entrenamiento agregando entrenamientos apropiados a un calendario. Es posible utilizar bloques de entrenamiento prefabricados o crear nuevos bloques para su posterior reutilización. Recomendamos planificar con 4 a 6 semanas de anticipación antes de compartir el plan con los atletas. También es posible agregar otros eventos como competiciones y campamentos de entrenamiento en el plan, generalmente con un horizonte de planificación más largo que los entrenamientos detallados. Los planes de entrenamiento también se pueden compartir con otros entrenadores, lo que permite colaborar utilizando el mismo plan. Esto se usa a menudo en equipos donde los entrenadores tienen diferentes responsabilidades, por ejemplo, entrenamiento de judo o fuerza y acondicionamiento. Otro escenario común es la colaboración entre el cuerpo técnico nacional y los entrenadores de los clubes. El entrenador nacional puede compartir un plan general con el entrenador del club, quien puede ajustarlo para que se adapte a las necesidades específicas del club y luego compartirlo con los atletas. Dado que el cuerpo técnico nacional puede tener una competición muy alta, esto significa que este conocimiento se transfiere al nivel del club. Cuando el plan de entrenamiento está lo suficientemente listo para compartir, el entrenador lo comparte con los atletas. A continuación, el plan se puede editar de forma continua, lo que actualiza los calendarios de todos los atletas en tiempo real.

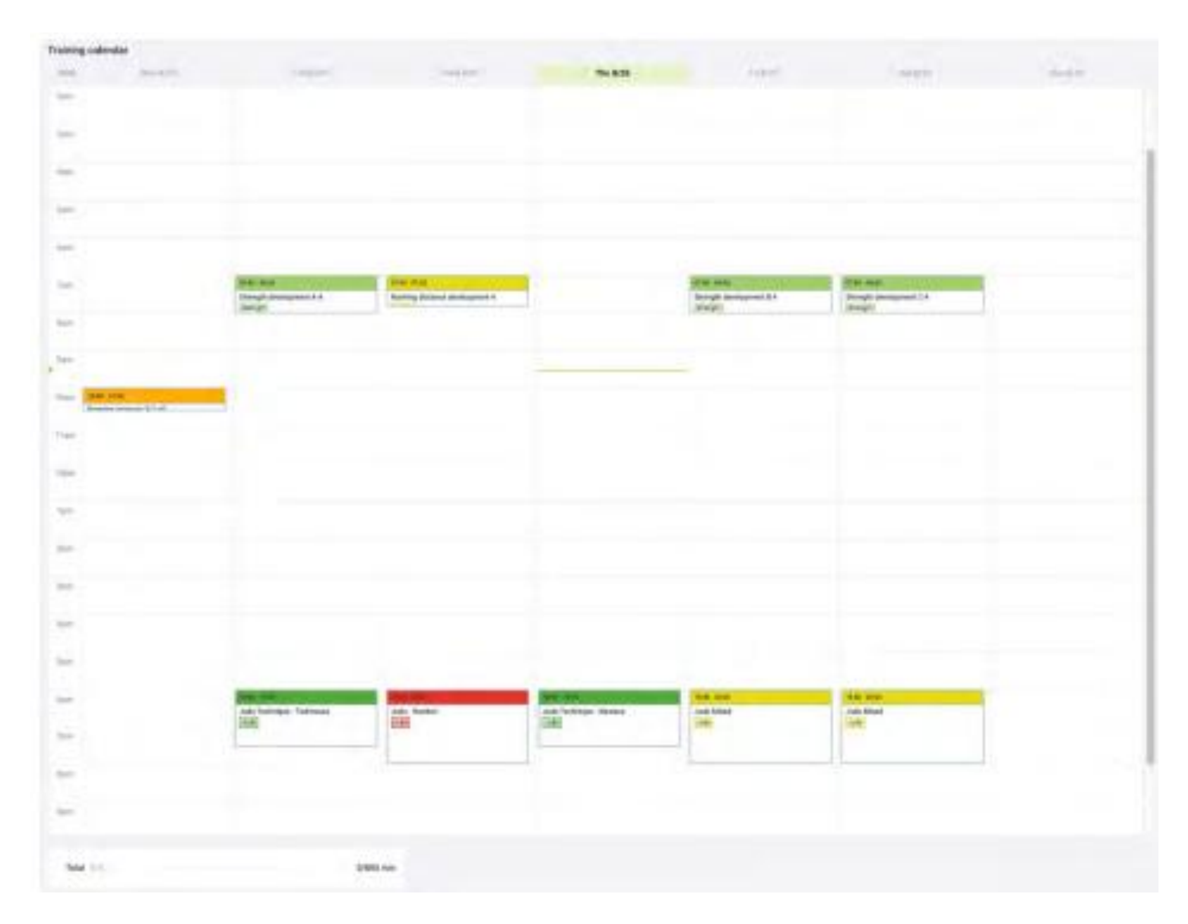
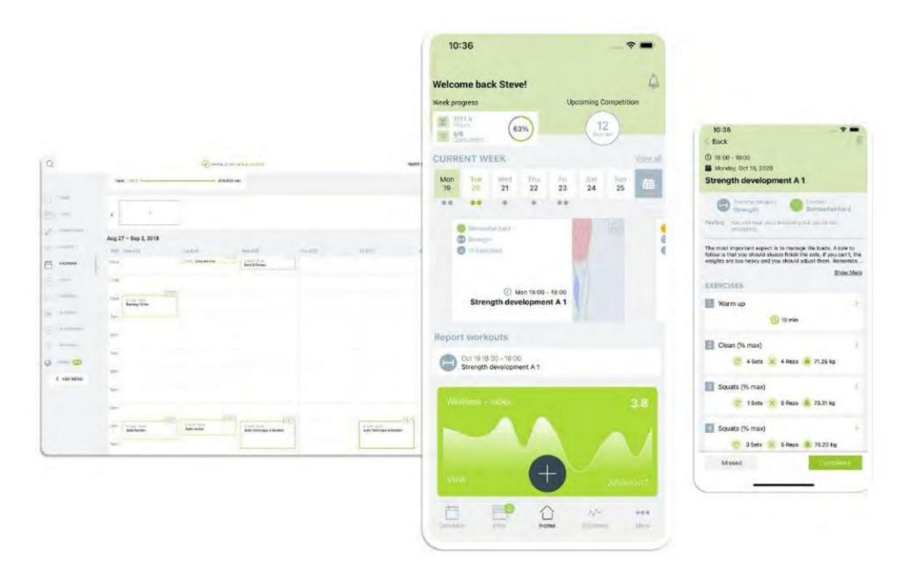


Fig.9.4.v Ejemplo de entrenamiento del analizador del atleta

Diario de entrenamiento

Después de que el entrenador haya compartido el plan, el atleta puede ver qué entrenar todos los días. El plan con los entrenamientos es accesible tanto en las aplicaciones para iPhone como para Android pero también en la aplicación web (ver imagen). Cada vez que el entrenador hace un cambio en el plan, actualiza los calendarios de los atletas. No es necesario enviar planes actualizados de ninguna manera.



El atleta puede ver cada ejercicio en el entrenamiento y simplemente marcar el entrenamiento como realizado después de completarlo. El atleta también necesita calificar el RPE para calcular una carga de entrenamiento individual. Una característica muy apreciada es que el entrenador puede planificar la carga de peso en porcentajes para el ejercicio de levantamiento de pesas. Athlete Analyzer calcula automáticamente el peso planificado en función del máximo de una repetición (1-RM) individual de cada atleta. El sistema también ajusta los valores de 1-RM de los atletas en función de los pesos que los atletas informan que han utilizado. Esto permite planificar el entrenamiento de fuerza para atletas con diferentes capacidades físicas con un solo plan de entrenamiento. Athlete Analyzer viene con integraciones con relojes de frecuencia cardíaca / bandas de frecuencia cardíaca conocidos como Polar y Garmin. Si el atleta usa uno de sus dispositivos, los datos se importan a Athlete Analyzer automáticamente. Esto es muy útil para analizar las sesiones de cardio en detalle.

Análisis del entrenamiento

Todos los datos de entrenamiento se pueden analizar de varias maneras. Algunos gráficos básicos se refieren a la carga de entrenamiento y las categorías/minutos entrenados.



Fig.9.4.x,y Athlete Analyzer Training data

Athlete Analyzer también ofrece análisis de entrenamiento más avanzados, como información sobre el entrenamiento y el riesgo de lesiones. Training Insights utiliza la carga de entrenamiento para calcular los niveles de Fitness, Fatiga y Rendimiento según la fórmula TSB. También es posible utilizar este gráfico para ajustar el entrenamiento por delante y

crear un tapering óptimo antes de las competiciones importantes. Las líneas punteadas muestran los niveles del atleta con su plan de entrenamiento actual.

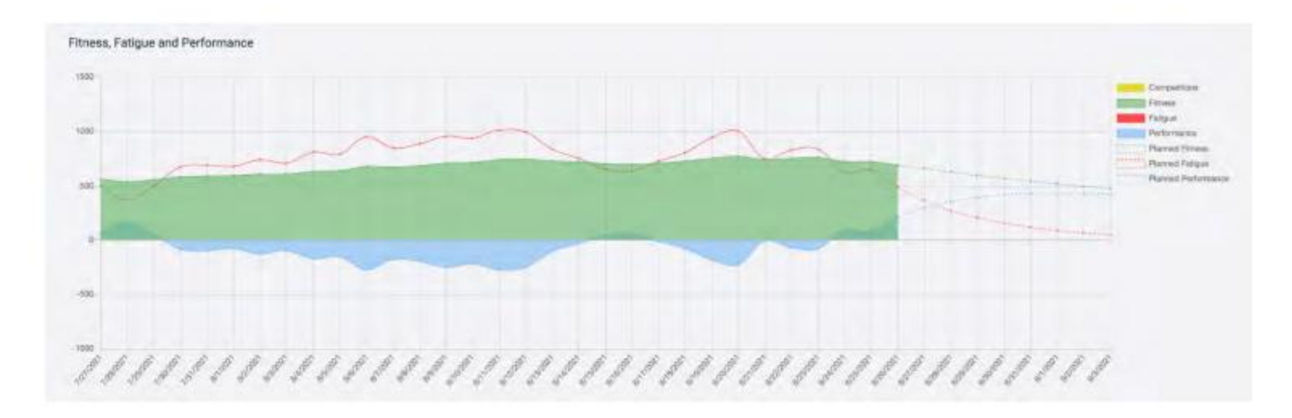


Fig.9.4.w Athlete Analyzer Training data

El sistema calcula la relación entre la carga de trabajo aguda y crónica, lo que permite controlar el riesgo de lesión actual del deportista y prevenir el sobreentrenamiento.

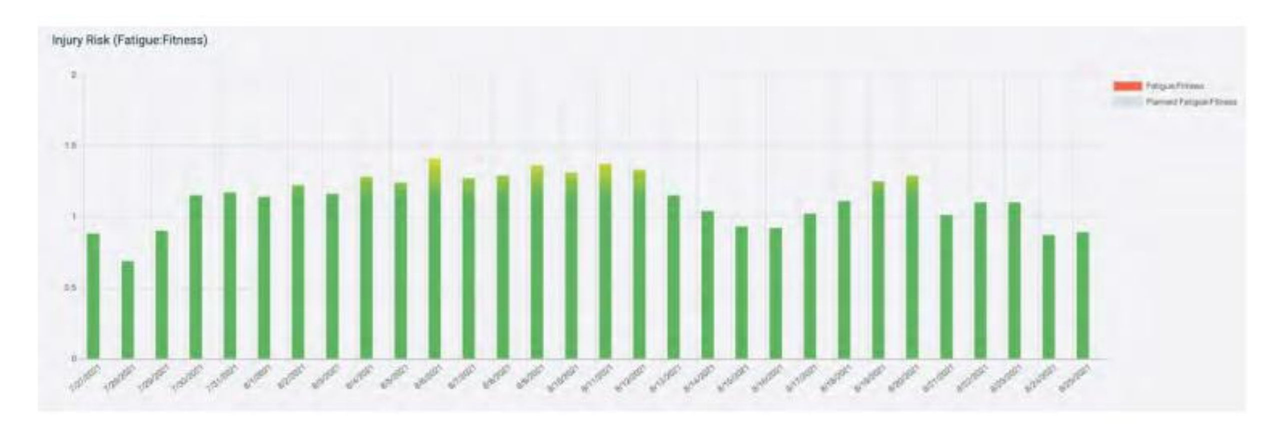


Fig.9.4.z Athlete Analyzer Training data

Resumen y características adicionales

Athlete Analyzer viene con un conjunto completo de herramientas para cubrir todas las necesidades de un equipo de judo. La sección de análisis de video muestra las fortalezas y debilidades de cada judoka en el equipo. El planificador de entrenamiento y el diario de entrenamiento permiten planificar y ejecutar lo que es más importante para cada judoka del equipo. El fuerte enfoque en la colaboración en el sistema permite la colaboración entre todos los miembros del personal del equipo. También permite la colaboración entre diferentes niveles, como el nacional, el regional y el de clubes.

Otras características apreciadas a las descritas son, por ejemplo, los informes de bienestar y el registro automático del sueño de Polar y Garmin. Esto crea un sólido conocimiento y comprensión sobre cada judoka en el equipo y cómo responden al entrenamiento a menudo duro requerido para alcanzar el éxito en el judo. Otra característica muy útil es "Flow". Flow es una especie de plataforma social dentro de Athlete Analyzer donde toda la actividad de los atletas se muestra automáticamente. Hace que sea muy conveniente para los entrenadores dar retroalimentación sobre los esfuerzos de los atletas, ya sea una competición o un entrenamiento. Como todos sabemos, el feedback de los entrenadores es una clave importante para alcanzar un buen cumplimiento de los planes de entrenamiento y mantener alta la motivación de nuestros deportistas.

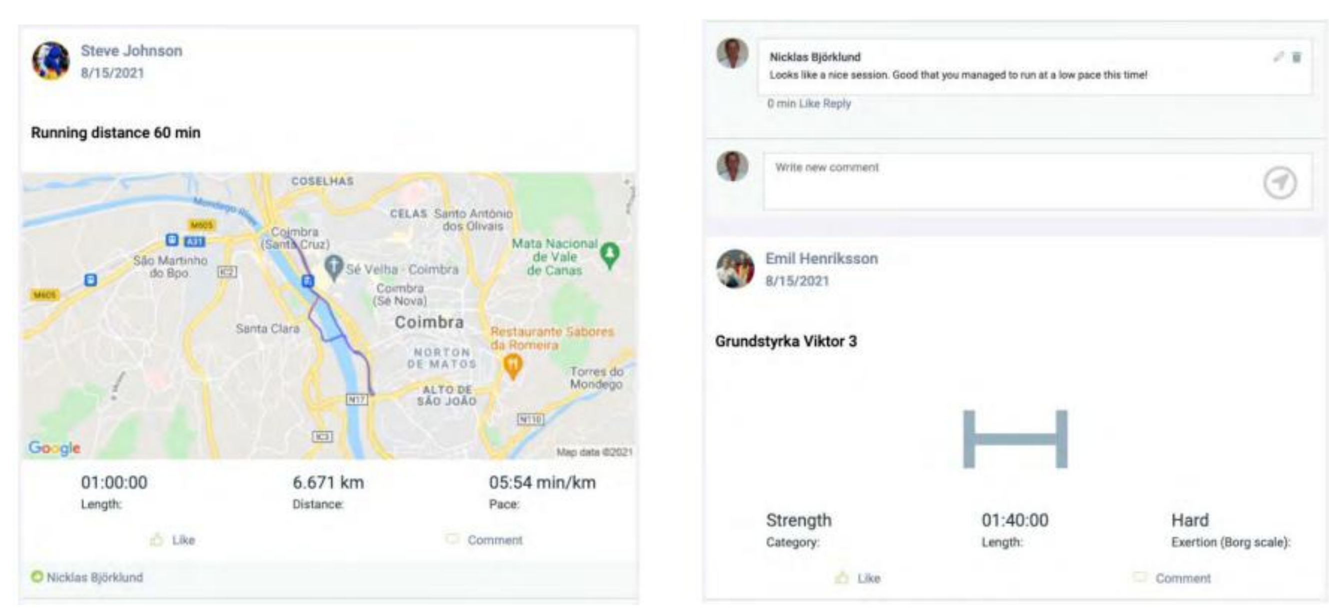


Fig.9.4.a, un ejemplo de “Flujo” del analizador de atletas

9.5 Área de previsión: insumos para la previsión

Nuestro objetivo es desarrollar un patrón utilizando herramientas matemáticas para obtener información útil sobre las competiciones de judo de alto nivel en estos párrafos. En la primera parte de este párrafo, nos enfrentaremos a la capacidad de obtener información estratégica de las trayectorias de los patrones de los atletas en el tatami durante la competición. En el segundo, nos ocupamos de los problemas: ¿es posible evaluar la probabilidad de una victoria en un concurso o torneo? ¿Y es posible pronosticar algo útil para la dirección del entrenamiento?

Altas matemáticas para la evaluación estratégica

Los patrones de movimiento de los sistemas de un par de atletas son una herramienta útil y práctica con información oculta en su interior. El estudio de los patrones cambiantes podría ser una fuente de datos estratégicos valiosos. Sin embargo, el precio para extraer la información oculta es un análisis matemático no trivial de estas series temporales únicas. De hecho, en lo que respecta a las trayectorias de seguimiento, uno de los autores demostró hace 20 años, que las trayectorias cambiantes de una pareja de atletas deben considerarse pertenecientes a la clase de los movimientos brownianos[25]. En el enfoque de movimiento browniano fraccionario (fBm), presentado inicialmente por Mandelbrot y van Ness en 1968, cualquier serie de tiempo puede considerarse una combinación de mecanismos deterministas y estocásticos. El concepto desarrollado a través de fBm es, de hecho, una generalización del trabajo de Einstein. Este

[25] El movimiento browniano es el movimiento aleatorio que se observa en las partículas que se hallan en un medio fluido (líquido o gas), como resultado de choques contra las moléculas de dicho fluido

trabajo demostró que un proceso estocástico se caracteriza por una relación lineal entre los desplazamientos cuadrados medios < x 2 > y los intervalos de tiempo crecientes t, en la fórmula: $X^2 = 2D \Delta t$

El principio general del marco fBm es que el aspecto de una trayectoria se expresa en función del tiempo. Esto se puede calcular mediante una dimensión de espacio entero no finito o fraccionario, lo que proporciona una medida cuantitativa de la uniformidad en la trayectoria. Es posible escribir en forma matemática:

$$D_t^{\alpha}\left[X(t)\right]-\frac{X(0)}{\Gamma(1-\alpha)}t^{-\alpha}=\xi(t)$$

El primer término es una derivada fraccionaria. La segunda está relacionada con la condición inicial del proceso. La tercera es siempre la fuerza aleatoria que actúa sobre el COM. El movimiento browniano fraccionario tiene la siguiente covarianza:

$$\langle x(t_1)x(t_2)\rangle = D_H\left[t_1^{2H}+t_2^{2H}-|t_1-t_2|^{2H}\right]=\Gamma(1-2H)\frac{\cos\pi H}{2\pi H}\left[t_1^{2H}+t_2^{2H}-|t_1-t_2|^{2H}\right]$$

En este caso, es fundamental conocer el desplazamiento cuadrático medio de la p

$$\left\langle\left[X(t)-X(t)\right]^2\right\rangle=\frac{\langle\xi^2\rangle}{(2\alpha-1)\Gamma(\alpha)^2}t^{2\alpha-1}\propto t^{2H}$$

Con esta expresión, es posible entender que estamos en presencia de diferentes procesos de difusión identificados por el parámetro de Hurst.

Este parámetro es independiente del tiempo. Describe el movimiento browniano fraccional con muestras anticorrelacionadas para $0<H<H/2$ y muestras correlacionadas para $1/2<H<1$. Si H es igual a 1/2, podemos hablar de movimiento browniano puro. También es esencial que un fBm esté conectado a un proceso de punto de Poisson basado en fractal. Esta característica única será útil y se utilizará en el siguiente párrafo para encontrar la base teórica adecuada para evaluar la probabilidad de victoria y el pronóstico a corto plazo de un partido de judo. Davidsen y Schuster [37] llaman la atención sobre un método plausible pero sencillo para generar procesos puntuales basados en fractales a partir del movimiento browniano ordinario.

Su construcción se asemeja a un proceso convencional de integración y reinicio. Sin embargo, difiere en que el umbral; más que la tasa de integración es un proceso estocástico. Este tipo de comportamiento ocurre en la neurofisiología del cuerpo. Por ejemplo, las fluctuaciones de corriente del canal iónico dan lugar a fluctuaciones aleatorias del umbral. En el modelo considerado por Davidsen y Schuster, la tasa permanece fija, y el proceso umbral se toma como movimiento browniano ordinario. Cuando la variable de estado integrada alcanza el umbral, se genera un evento de salida. La variable de estado se restablece a un valor fijo, como en un proceso convencional integrado y de reinicio. También es fundamental ver el coeficiente de autocorrelación de fBm que, como es bien sabido, depende solo del incremento de tiempo y no de la función de tiempo. El coeficiente de autocorrelación para todos los tipos de fBm depende únicamente de la relación τ/t, donde τ=t'-t

$$\rho(\tau-t)=\frac{1}{2}\left(\left|\frac{t}{\tau}\right|^{H}+\left|\frac{\tau}{t}\right|^{H}-\left|\sqrt{\left|\frac{t}{\tau}\right|}-sng\left(\frac{\tau}{t}\right)\sqrt{\frac{\tau}{t}}\right|^{2H}\right)$$

Para el caso τ = -t tenemos:

$$\rho(\tau,t)=\rho(-t,t)=1-2^{2H-1}$$

También recordamos que solo para H = 1/2 (movimiento browniano regular), el coeficiente de autocorrelación para t y -t es independiente. Mientras que fBm (t) y fBm(-t) están conectados dependiendo de la historia previa [26]. Las huellas de los Atletas (Dromogramas) son la evolución en el tiempo de un par de proyecciones de COM de los atletas en el área de tatami. Generalmente, en el antiguo análisis de combates, cada acción técnica y lanzamiento se consideraba perteneciente a una clase del Sistema Markoviano. Esto significa que depende solo del instante anterior, sin correlación con los movimientos pasados. Sin embargo, un enfoque matemático más avanzado permitió superar esta limitación conceptual y la simplificación matemática.

Como hemos visto antes, una característica esencial del modelado de fBm para cada caza son las correlaciones a largo plazo entre los incrementos pasados y futuros. Esto significa que el sistema no es markoviano y, por lo tanto, es más similar a la situación real. Es interesante notar que los caminos humanos producidos por el pensamiento estratégico son muy similares a los caminos producidos por elementos inanimados. Los regímenes de escalado pueden evaluar esto. De esta manera, una trayectoria de lucha puede mostrar, si se analiza correctamente, cuándo el luchador tiene una estrategia de lucha específica o no (tipo de movimiento aleatorio) durante la competición.

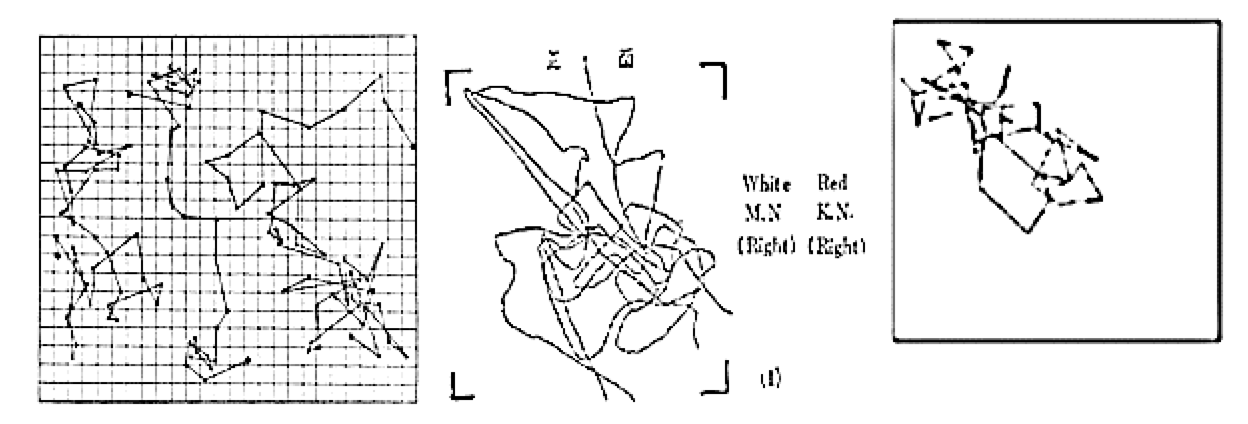


Fig. 9.5.a.b.c. Se obtuvieron tres trayectorias trazando un pequeño grano de masilla a intervalos de 30 segundos. Muy similar a la trayectoria de desplazamiento humano de la proyección del CM sobre el tatami en competición. Trayectoria de desplazamiento, Simulación por ordenador mediante fBm.

Por ejemplo, un valor mediano de 0,5 para H indica que no hay correlación, lo que sugiere que la trayectoria mostró una distribución aleatoria (movimiento browniano). Por otro lado, si H difiere de 0,5, se puede inferir una correlación positiva (0,5 > H) o negativa (H < 0,5) con su forma de luchar, lo que indica que una parte determinada de la iniciativa está bajo control. Dependiendo de cómo se posicione H, con respecto al valor mediano de 0,5, se puede inferir que el sujeto controla más o menos la trayectoria (y la evolución de la lucha en el tiempo): cuanto más cerca están los regímenes de 0,5, mayor es la contribución de los procesos estocásticos (ataques aleatorios sin estrategia) — además, dependiendo de si H es mayor o menor que los umbrales de 0,5, el comportamiento persistente (de ataque) o antipersistente (de defensa) puede ser revelado, respectivamente. En otras palabras, si la proyección CM en un momento determinado se desplaza hacia una dirección determinada, la mayor probabilidad es que se aleje en esta dirección (comportamiento de ataque persistente). O, por el contrario, vuelve sobre sus pasos en la dirección opuesta (comportamiento defensivo antipersistente). Por lo tanto, la trayectoria contiene más información que el desplazamiento cuadrático medio. En particular, se puede medir la distribución del tiempo de espera a partir de eventos que se estancan en las trayectorias. Para procesos antipersistentes pronunciados, se deben observar eventos de inmovilización. Es decir, para los períodos, ninguna de las coordenadas debe mostrar una variación significativa (el atleta detiene la acción de cambio). Debido a la naturaleza libre de incrustaciones de fBm antipersistente, estas paradas deben abarcar varias escalas de tiempo. Si tales eventos ocurren, son indicativos de la naturaleza del proceso. La ausencia de tales características en series de tiempo más cortas no puede descartar

[26] Koprivica, V. (2012). Block Periodization – A Breakthrough or A Misconception Sportlogia

necesariamente la dinámica de fBm, particularmente para H más cercano a uno (movimiento balístico). Las paradas distintas son eventos relativamente raros y posiblemente requieran un tiempo muy largo de lucha. La igualdad entre estas dos probabilidades (H = 1/2) indica que no hay una estrategia definida en la lucha, como el simple movimiento aleatorio o el proceso estocástico. Esta información obtenida por una pura "lectura matemática" de trayectorias; Se puede mejorar agregando otra información científica de lucha a la conferencia matemática avanzada anterior. Al igual que la forma de agarre, las invariantes de competición, las invariantes de acción, la superficie práctica de ataque de muchos lados, la dirección del desplazamiento, el tiempo y la posición de la acción de agarre, los lanzamientos "loci", la longitud o la cantidad de desplazamiento, la velocidad media y la utilización del área de superficie, etc. Con esta información adicional, es posible obtener mucha información estratégica útil estructurada como un árbol y tratar este árbol de información con algoritmos prácticos de minería de datos para categorizar conexiones estratégicas potencialmente efectivas entre trayectorias cambiantes y otra información biomecánica de combate.

$$a = \frac{\beta}{m} + \frac{1}{\tau}\ , \quad c = \frac{v_a}{\tau} + \frac{P}{m} - \frac{A}{m} e^{-|x|/b}$$

Suponemos que el paso de tiempo es una variable aleatoria Δt que pertenece a la estadística gaussiana con un paso de tiempo medio Δtm y una varianza σΔt.

Por lo tanto, hemos considerado la siguiente expresión para la variable aleatoria de tiempo seleccionada:

$$\Delta t_{rand} = \Delta t_m + n_{\Delta t} \cdot \sigma_{\Delta t} \cdot G_norm \qquad (8)$$

Donde nΔt indica el rango total de variabilidad (Δt = 2n para todas las simulaciones numéricas siguientes). Entonces, una variable G_norm" estocástica (σ = 0 y σ = 1) con distribución gaussiana normal el algoritmo de Box y Muller (1958) puede proporcionar

$$G_norm = \sqrt{[-2 \cdot \ln(Y1_{rand})} \cdot \cos(2\pi \cdot Y2_{rand}) \qquad (9)$$

Donde 1Y $_{rand}$ y 2Y $_{rand}$ son dos variables aleatorias independientes distribuidas uniformemente. Eso significa que se debe llamar a la rutina intrínseca, relacionada con el compilador seleccionado (RAND en Fortran 97), para generar variables aleatorias. Esta subrutina debe llamarse dos veces para obtener las dos variables independientes (pseudo-aleatorias). Como primer paso, se asume un estadístico uniforme simple para una rotación aleatoria alrededor del centro. Por lo tanto, no se implementó una dinámica más realista introduciendo una ecuación de momento angular. La oscilación aleatoria hacia el centro se simula como movimiento armónico. Las mejoras futuras tendrán en cuenta algunos supuestos razonables para construir una "función objetivo". El criterio principal será seleccionar una función correlacionada con la estrategia del jugador en torno a la cual, de forma necesariamente aleatoria La información, ordenada por importancia o efectividad, sea útil para el entrenamiento y los deportistas.

Este es un ejemplo de la información más avanzada que se puede obtener con esta herramienta práctica subestimada: los patrones de cambio de los atletas. Nuestro análisis partió del enfoque microscópico del movimiento COM en el espacio, es decir, fBm. De ahí se deriva la conexión con el fBm descrita por la perpendicular de Athlete COM. Por lo tanto, es fácil inducir que el movimiento perpendicular de la pareja de atletas es de nuevo un fBm a nivel microscópico de fluctuación. Pero también se demostró que escalar al nivel más bajo, y el movimiento es siempre browniano.

En apoyo de este razonamiento relacionado, se presentó una emocionante demostración teórica de forma independiente en un nuevo artículo. Abordamos ahora una teoría física basada en Langevin (Newton conectada, recordando que es una derivación formal de una ecuación de Langevin de la mecánica clásica). Explicó la aparición y la omnipresencia de los "movimientos fraccionarios" como el movimiento browniano, el movimiento de Levy, el movimiento browniano fraccionario y el movimiento fraccionario de Levy. En el artículo se presenta una forma general de la dinámica de Langevin a "nivel micro", con infinitos grados de libertad. Cuando escalamos del nivel micro al nivel macro, los muchos grados de libertad se resumen en solo dos exponentes característicos. El exponente de Noé y José y los movimientos fraccionarios

emergen universalmente. Los dos exponentes anteriores categorizan los movimientos fraccionarios y determinan sus propiedades estadísticas y topológicas. Esta teoría funcional establece un "lecho rocoso de Langevin" unificado para los movimientos fraccionarios que, como sabemos, son la descripción básica de los caminos cambiantes del judo.

Matemáticas para la probabilidad y la predicción a corto plazo

Desde el punto de vista teórico, ahora otra pregunta, ¿es posible en principio práctico tener la probabilidad de ganar para un atleta o pronosticar el resultado de sus competiciones?

Es difícil responder a estas preguntas, pero la respuesta es sí desde una perspectiva matemática. ¡Contamos con herramientas matemáticas específicas para hacerlo! En efecto, la solución de la respuesta es fácil si planteamos la hipótesis de que el patrón u ocurrencia de ataque sigue la distribución de Poisson. Como ya se ha demostrado, el movimiento de la pareja de los atletas se describe mediante un fBm de la proyección de COM. También es bien sabido que el fBm está conectado a procesos específicos de puntos de Poisson basados en fractales cuando los fenómenos ocurren en momentos discretos (o lugares) con eventos individuales similares. Un proceso puntual es una construcción matemática que representa estos eventos como puntos en el espacio y estocásticos cuando se asocian con fenómenos aleatorios como el judo, el lanzamiento, el ataque o los pasos de la marcha del judo, etcétera. Para un proceso estocástico de puntos, las estadísticas de este conjunto de puntos proporcionan información sobre la estructura subyacente del fenómeno bajo estudio.

Un proceso de punto estocástico fractal resulta cuando estas estadísticas exhiben escalas de ley de potencia, lo que indica que el fenómeno representado contiene grupos de puntos en escalas generales de tiempo o longitud [27]. Cuando estos procesos puntuales discretos siguen la distribución de Poisson, podemos hablar de Procesos Puntuales de Poisson basados en fractales. El proceso de Poisson es una representación aceptable de varios fenómenos físicos en judo, por ejemplo, las ondas o patrones de ataque, el orden de los pasos, el éxito aleatorio del ataque y los fallos de ataque aleatorios. En pocas palabras, el proceso de Poisson podría ser un excelente modelo matemático descriptivo de patrones de ataque completamente aleatorios.

El problema se centra en la efectividad del modelo matemático propuesto, capaz de utilizar los datos del Análisis de Partidos recogidos. Este modelo podría mejorarse modulando los parámetros con pesos oportunos que se ajusten a los datos experimentales del análisis de combates para cada atleta. En efecto, el modelo debe proporcionar las capacidades técnicas de los atletas para mostrar las probabilidades de victoria.

Por ejemplo: ¿*Cuál es la probabilidad de éxito (sea cual sea el resultado positivo) en el tercer minuto en la competición de un hipotético atleta con cuatro tokui waza, dos derechas y dos izquierdas, y tres debilidades técnicas, una derecha y dos izquierdas y un estado físico de 5/8 después de ocho ataques reales?*

El proceso de conteo de los ataques de Poisson N(t) se distribuye con la media de ataque λ en el tiempo t, y la probabilidad de éxito del ataque satisface la siguiente ecuación:

$$P\left[N(t)=n\right]=\frac{(\lambda t)^n}{n!}e^{-\lambda t}$$

con n = 0,1,2,3,4.... Número de ataques

Donde λt es la tasa de ataque media en el tiempo t que podría relacionarse con la capacidad técnica de los atletas de judo en el tiempo de competición, de la siguiente manera:

[27] Landow, L. (2016). Ultimate conditioning for martial arts. ***Human Kinetics*** ISBN: 978-1-4925-0615-7

$$\lambda = (TA - \frac{TF}{(R+L)} + Fitness)\left[1 - e^{\left(1-\frac{\tau}{t}\right)}\right]$$

Donde,

TA = Ataque técnico (número de Tokui Waza);

(R+1,6L) TF = Fallos técnicos (número de puntos débiles);

(0.5R+0,8L) → R= Número Tokui Waza derecho, L= Número Tokui Waza izquierdo

Aptitud = número de éxitos/número de concursos anteriores

t= τ preguntó la hora del concurso

Respuesta, P = 0,13 o 13%

Un enfoque diferente está conectado con la previsión a corto plazo de la acción del Judo. En este caso, es posible discutir solo en términos de Ippon obtenido. La razón aparente es que no existe una herramienta matemática tan sofisticada y flexible que pueda diferenciar con precisión el pronóstico entre tres tipos de resultados que están interconectados como las evaluaciones de arbitraje de judo (reglas antiguas): Yuko, Waza-Ari e Ippon. Por estas razones, consideramos solo los resultados de Ippon y Waza Ari que son el 90% de Ippon, como los mismos resultados.

En el caso de la predicción a corto plazo, con todos los límites en este campo, debemos recordar que estamos en presencia de Procesos de Punto de Poisson basados en fractales. La mejor solución, hasta donde sabemos, será un modelo ARMA (Auto Regresión y Media Móvil) tomando el valor en el tiempo de diferentes Ippon o wazari obtenidos por el atleta durante un torneo (el mejor será con los mismos adversarios).

Por lo general, estos datos podrían organizarse como una serie temporal aleatoria no estacionaria. Luego, su autocorrelación podría usarse para determinar si hay algún patrón en él. Clásicamente en un modelo ARMA, la serie temporal de ataques a pronosticar se expresa en función de ambos valores; los valores anteriores de la serie (términos autorregresivos) y los valores de error anteriores de la predicción (los términos de la media móvil). La preocupación final será elegir la dimensión ARMA correcta para obtener un pronóstico a corto plazo de los datos ippon. Una vez más, un enfoque matemático moderno permitió superar la limitación conceptual del antiguo proceso markoviano.

Una característica importante del modelado de fBm para cada caza que cambia de trayectoria son las correlaciones a largo plazo entre los elementos pasados y futuros. Esto puede evaluarse por la presencia efectiva de los regímenes de escalado. Pero la regla de escala en el cambio de trayectoria subraya otra conexión significativa: el fenómeno (pasos de la marcha) podría estar conectado a un proceso de punto basado en fractal. Luego, un cambio de rumbo puede mostrar cuándo el luchador tiene una estrategia de lucha específica o no (movimiento aleatorio) durante la competición.

Por ejemplo, un valor mediano de 0,5 para H indica que no hay correlación, lo que sugiere que la trayectoria mostró una distribución aleatoria (movimiento browniano). Por otro lado, si H difiere de 0,5, se puede inferir una correlación positiva (0,5 > H) o negativa (H < 0,5) con su forma de luchar, lo que indica que una parte determinada de la iniciativa está bajo control. Además, dependiendo de cómo se posicione H, hasta el valor medio de 0,5, se puede inferir que el sujeto controla la trayectoria (y la evolución de la pelea en el tiempo). Cuanto más cerca estén los regímenes de 0,5, mayor será la contribución de los procesos estocásticos (ataques aleatorios sin estrategia). Además, en función de si H es mayor o menor que los umbrales de 0,5, se pueden revelar comportamientos persistentes (de ataque) o antipersistentes (de defensa) si H es mayor que 1. Por ejemplo, la tendencia de los atletas a hacer algunas paradas ya se muestra en un artículo anterior.

Obviamente, esta información obtenida por una pura "lectura matemática" de trayectorias se puede mejorar agregando a la fórmula matemática avanzada anterior otra información de lucha biomecánica como la forma de agarre, las

invariantes de competición, las invariantes de acción, la superficie poligonal funcional del ataque, la dirección del desplazamiento, el tiempo y la posición de la acción de agarre, los lanzamientos "loci", la longitud o cantidad de desplazamiento, la velocidad media y la utilización del área de superficie, etc. Con esta información adicional, es posible obtener muchos detalles estratégicos prácticos.

Estructurado como un árbol y tratar este árbol del conocimiento con oportunos algoritmos de Minería de Datos para categorizar la conexión estratégica potencialmente efectiva entre trayectorias cambiantes y otra información biomecánica de combate. Se pueden inferir más deducciones, basadas en el modelo matemático adecuado, mediante el Análisis de Coincidencia. Describiendo aspectos más judo (como la generación de trayectoria de cambio, pasos o ritmo de marcha, onda de ataque, etcétera) mediante un proceso de puntos de Poisson basado en Fractal o simplemente mediante un proceso de puntos de Poisson, es posible obtener información sobre el orden de magnitud de la evaluación probabilística del éxito del ataque en un tiempo limitado en la competición. O el pronóstico tentativo a corto plazo de una victoria en un partido como la probabilidad de tomar Ippon utilizando metodologías ARMA. Esta información, ordenada por importancia, efectividad y sostenibilidad, es útil para que el entrenamiento y los atletas construyan una estrategia de competición adecuada.

9.6 JUDO: La Próxima Generación (entrenamiento virtual)

Realidad Virtual, VR, realidad aumentada, RA y aplicaciones de teléfono.

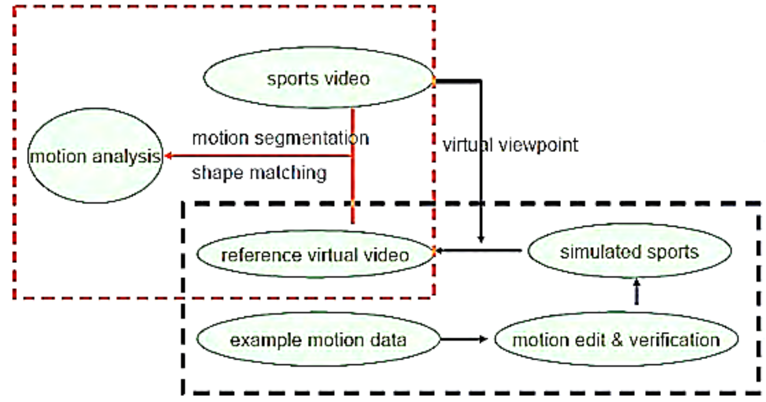
Nueva forma de formación

Los entrenadores de todos los niveles se enfrentan a la difícil tarea de crear sesiones con regularidad de entrenamiento desafiantes para sus atletas. Una forma de mejorar el aprendizaje de los atletas es ayudarles a comprender las tareas que deben llevar a cabo. De hecho, las instrucciones claras y precisas son un componente esencial de cualquier proceso de aprendizaje. En este campo los trabajos sobre la realidad virtual para habilidades motoras particulares, con el objetivo de desarrollar técnicas que puedan mejorar el rendimiento, son útiles para los entrenadores que están interesados en examinar si el entrenamiento en el entorno icónico puede ayudar a los aprendices a detectar los errores que están cometiendo al realizar tareas específicas

Realidad virtual

Llevando este enfoque aún más lejos está la realidad virtual (Bideau y col., 2004; Del Percio y col., 2007). Esto puede definirse como la simulación de un entorno real o imaginario que se puede experimentar visualmente en tres dimensiones: sonora, táctil y otras formas de retroalimentación. Los métodos de entrenamiento High-Tec son ampliamente utilizados en China para los Juegos Olímpicos como ejemplo de superposición de video. En el siguiente diagrama, podemos ver el enfoque general chino.

Este enfoque se ha utilizado anteriormente en el fútbol americano como mecanismo de entrenamiento mediante la simulación del entorno de la competición de élite a través de materiales como gafas cibernéticas, guantes generadores de datos y simuladores. Este entorno permitirá a los jugadores experimentar y revivir todas las sensaciones (por ejemplo, ruidos de multitudes, viento, lluvia) que suelen sentir en una competición real y proporcionará pistas visuales y de movimiento sobre el rendimiento. En la siguiente, se muestra el sistema de cuevas de la Universidad de Michigan.



Diag. 9.6.a Chinese virtual training system

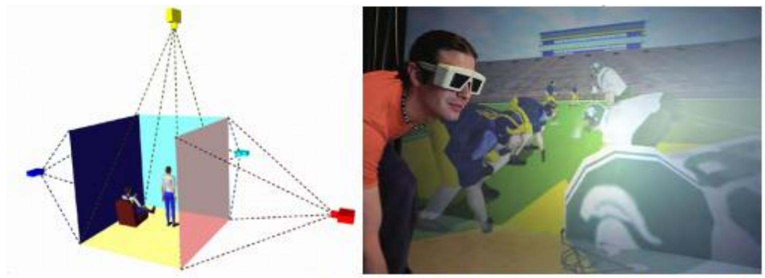


Fig.9.6.a US Virtual training tools

El Virtual Football Trainer es un paquete de software sofisticado y altamente interactivo que integra las siguientes funciones:

• Modelado y edición de una obra de teatro en un ordenador portátil en dos dimensiones

• Creación automática de la animación de juego tridimensional

• Control de la animación de juego en 3D en la CUEVA

• Distribución de la animación de juego en 3D a través de la Web

De Japón llegó el brazo de lucha; se desarrolla un sistema prototipo de un sistema de visualización de fuerza 5-DOF con cuatro cilindros de aire y un sensor de fuerza para la visualización del afecto y la interacción de humanos virtuales basados en el comportamiento no verbal humano y la medición fisiológica en la lucha de brazos. Mediante el uso del sistema, se examinan las relaciones entre la visualización de la fuerza y el índice fisiológico de la temperatura periférica de la piel de los dedos asociada con la dinámica de la circulación en respuesta a acciones forzadas.



Fig.9.6.b.c.d.e.f.g, Japan virtual reality training with a robot.

La realidad virtual tiene como objetivo acelerar el tiempo de aprendizaje y el logro de un rendimiento óptimo. El sistema también utilizará información relevante sobre el rendimiento de la competición, como el estado físico y las tácticas, para maximizar el efecto. Por ejemplo, el equipo puede recrear acciones de coincidencia, como ataques de recogidas. A continuación, se puede analizar el rendimiento del deportista durante cada actividad, y se utiliza la realidad virtual para mejorar técnicas específicas. Los jugadores que lleven un traje de realidad virtual conectado por ordenador serán ayudad os y guiados a través de los movimientos exactos requeridos, de nuevo utilizando un modelo experto.

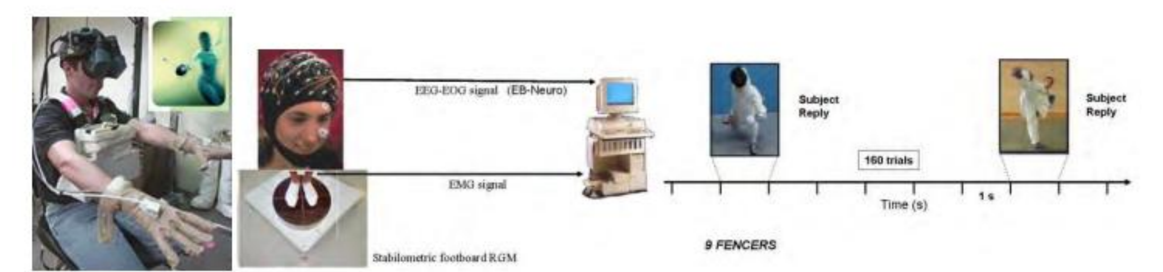


Figure 9.6.h – Virtual Reality Fencing and Karate– NeuroLab CONI, Italy, 2008

Realidad aumentada (RA)

La RA es una tecnología que permite simular y mejorar la técnica, por ejemplo, del lanzamiento de judo utilizando lo que el competidor, en la realidad, realiza. También permite la imposición de una estructura física dada de las secuencias de movimientos generadas por ordenador. La imposición de estas dos imágenes entre sí (superponiéndose en la imagen de la imagen real y en la imagen del ordenador) se denomina "imagen" de la realidad. Otra definición operativa de Realidad Aumentada es posible encontrarla en Mauro, Cesar Gurgel de Alencar, Carvalho y colaboradores, "Realidad aumentada aplicada a la visualización de Ushiro ukemi", 2007.

Un sistema de RA complementa el mundo real con objetos virtuales (generados por ordenador) que parecen coexistir en el mismo mundo real. Si bien muchos investigadores amplían la definición de RA más allá de esta visión, nosotros definimos un sistema de RA para que tenga las siguientes propiedades: combina objetos reales y virtuales en un entorno natural; se ejecuta de forma interactiva y en tiempo real; y registra (alinea) objetos reales y virtuales entre sí.

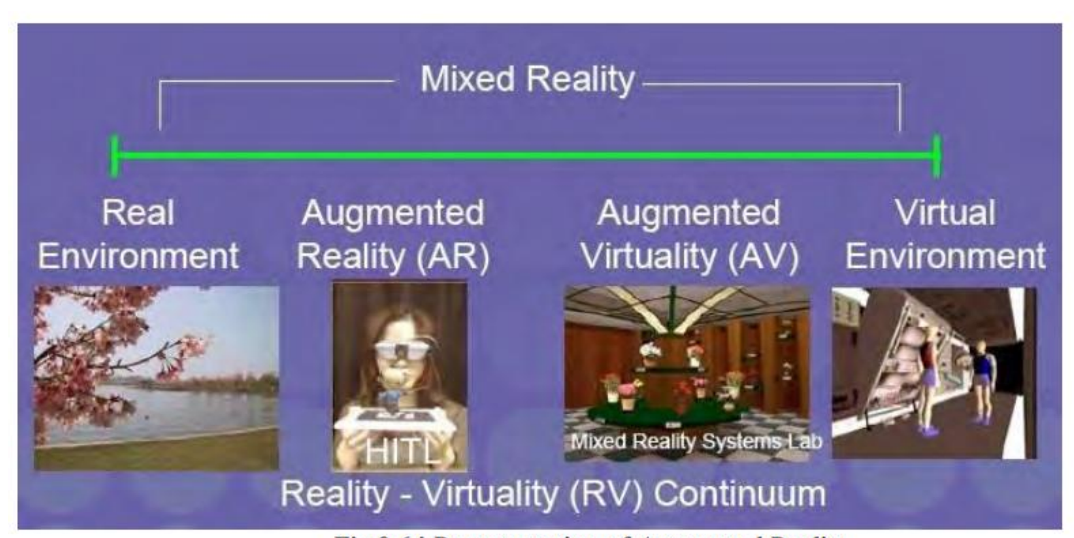


Fig.9.6.i Representation of Augmented Reality

La consecuencia de la imagen en esta tecnología es la realización de un entrenamiento mental utilizando "gafas videntes". Estas gafas muestran a los competidores examinados cómo deben hacer el lanzamiento de la mejor manera. Esta

tecnología también se aplicó para entrenar las katas, la enseñanza técnica y mejorar las técnicas de lanzamiento: Vojciech y colaboradores 2015. Pero la realidad aumentada también podría utilizarse como lo hace la Federación Francesa para recordar los valores fundamentales que transmite el judo y destacar a los deportistas que participan en la competición. Consulte la siguiente URL: http://www.allucyne.com/en/customer-project/judo-kodokan-4

APPs Aplicaciones para teléfono de judo

Durante este período de la epidemia de Covid 19, muchas aplicaciones telefónicas relacionadas con el judo y la posibilidad de mantener la memoria de los entrenamientos, conocimientos e incluso análisis de partidos han florecido o se han mejorado

Entorno de aprendizaje virtual Movesensei para judo

Movesensei es un entorno virtual de aprendizaje para lanzamientos de judo. Está disponible en dispositivos móviles en las tiendas Android y Apple Play de forma gratuita. Al ser interactivo, Movesensei permite a las personas estudiar los detalles y las fases de los lanzamientos de forma independiente. Hubo múltiples razones para desarrollar una herramienta moderna como Movesensei para Judo, por ejemplo, para apoyar el Judo como deporte para mejorar y, especialmente, ayudar a las personas nuevas en el deporte a tener una larga vida en el Judo. El judo es una actividad deportiva muy exigente en la que la reacción debe ser rápida y la ejecución de los lanzamientos debe ser efectiva. Esto requiere una visión clara de los movimientos que se han practicado en habilidades.



Fig. 9.6.j. Movesensei es un entorno de aprendizaje virtual para aprender lanzamientos de judo y se ejecuta en dispositivos móviles.

El judo ha mantenido bien las tradiciones en todo el mundo, lo que está uniendo a la comunidad del judo. Esto es un beneficio, pero hará que comenzar el deporte sea más desafiante con vocabulario y muchas cosas nuevas para aprender. Con Movesensei, es posible aprender los nombres de los movimientos y las direcciones de los lanzamientos. Luego, en el tatami, es posible entrenar las habilidades físicas para los movimientos. En la Figura 9.6 se presenta ukemi. Las caidas de Ukemi son importantes para un amortiguamiento seguro y una base de salud y una larga carrera de entrenamiento en Judo.



Fig.9.6.k., Ukemi para diferentes direcciones se realiza primero antes de los lanzamientos.

Los principios fundamentales en el judo son la máxima eficiencia y el mínimo esfuerzo. La metodología para la construcción de los lanzamientos en Movesensei se basa en una reevaluación biomecánica realizada por el profesor Attilio Sacripanti. La biomecánica es la clasificación más general y completa para tratar las técnicas y, por lo tanto, es la más adecuada para los propósitos de Movesensei. Es la manera perfecta de demostrar las fases funcionales del lanzamiento, y también es posible dar algunas medidas para las fuerzas durante los lanzamientos. Todos los lanzamientos se expresan mediante dos fuerzas F_1 y F_2, que afectan desde lados opuestos del uke. Con estos movimientos, es posible controlar los movimientos de rotación, que están haciendo que uke caiga y aterrice en su espalda. Las fuerzas describen las fuerzas durante la fase de lanzamiento, es decir, kake en japonés.

Se seleccionó la fase Kake porque es un momento durante el lanzamiento en el que más energía se consume. La reevaluación de la biomecánica es útil con fines didácticos, ya que expresa bien que se necesitan movimientos de todo el cuerpo para completar el lanzamiento. Por lo tanto, incluso en las técnicas de pierna, cadera, o mano, se utilizan rotaciones de cuerpo entero para completar el lanzamiento de manera efectiva. En la Figura 9.6.1, se muestran los lanzamientos de muestra con análisis de lanzamiento. Los análisis de lanzamiento se calculan después del lanzamiento en función de la altura y el peso del usuario. A partir de estas cifras cuantitativas, es posible hacerse una idea entre lanzamientos y ver qué tan bien se ejecutan los principios del judo. En la actualidad, la separación se realiza entre dos fuerzas. Más tarde, se pueden dividir en lanzamientos de tipo palanca y pareja.





Fig.9.6.l.m., Se presentan los análisis de los lanzamientos después de completar los lanzamientos.

Aunque Movesensei todavía está en sus inicios, se puede utilizar como material de aprendizaje complementario para servir a la comunidad de judo. Ofrece a los profesores una forma adicional de activar e involucrar a los grupos entre lecciones. Los estudiantes pueden ver información sobre los lanzamientos que ellos mismos han contribuido. Como ejemplo del uso de Movesensei para el entrenamiento complementario, el profesor le dice al grupo que la próxima semana practicamos O-soto-Gari en las sesiones de entrenamiento. Los estudiantes aprenden osoto gari durante el tiempo libre del tatami. Pueden discutir sobre los principios y las direcciones de las fuerzas durante el lanzamiento. Es posible comparar la energía necesaria para el lanzamiento y comparar cuánta energía relativa se necesita para completar los lanzamientos. Después de esto, se desarrollan las habilidades físicas durante el entrenamiento. El desarrollo futuro del Movesensei incluirá situaciones más dinámicas e interactividad. Habrá escenarios de acción-reacción, en los que los principios de los lanzamientos de judo se vuelven aún más claros e interesantes. Se introducirán técnicas de lanzamiento adicionales. Como parte interesante, el análisis de lanzamientos continuará más adelante. Con las funciones de análisis de tiro adecuadas, es posible ajustar cualquiera de los parámetros de la fase de lanzamiento de forma independiente, y el rango puede cambiar desde la máxima eficiencia hasta la máxima seguridad. A partir de la información obtenida del entorno virtual, es posible formular ideas y estrategias sobre el judo antes de que se desarrollen las habilidades físicas. Esto puede mantener a las personas más tiempo en el deporte y ayudarlas a alcanzar sus objetivos. Movesensei hará que

la comunidad de judo de todo el mundo esté más unida y activa. Ayuda a que este gran deporte se expanda y el impacto de los principios del judo se ejecute de manera más efectiva.

Base de datos relacionada con lanzamiento de judo

,



Fig.9.6.n., Imagen de portada de la aplicación Match Analysis

Judo and Match Analysis es una aplicación Italiana producida por Decasport. Es capaz de recopilar información sobre los torneos en una base de datos específica en la que se puede registrar la técnica aplicada, sus direcciones, peso y etc.: a) Archivo de las técnicas realizadas y sufridas en la competición, b) Historial de partidos jugados en la sección "Torneos" solo para las técnicas seleccionadas, por ejemplo, utilizando el botón "Eff", etcétera

Esta aplicación puede ser muy útil para estudiar el desarrollo personal o la exploración de adversarios fuera de línea con el fin de prepararse para el próximo torneo, una limitación hasta ahora evidente de esta aplicación es que se utiliza el idioma italiano, hasta ahora no hay una edición de trabajo en inglés.

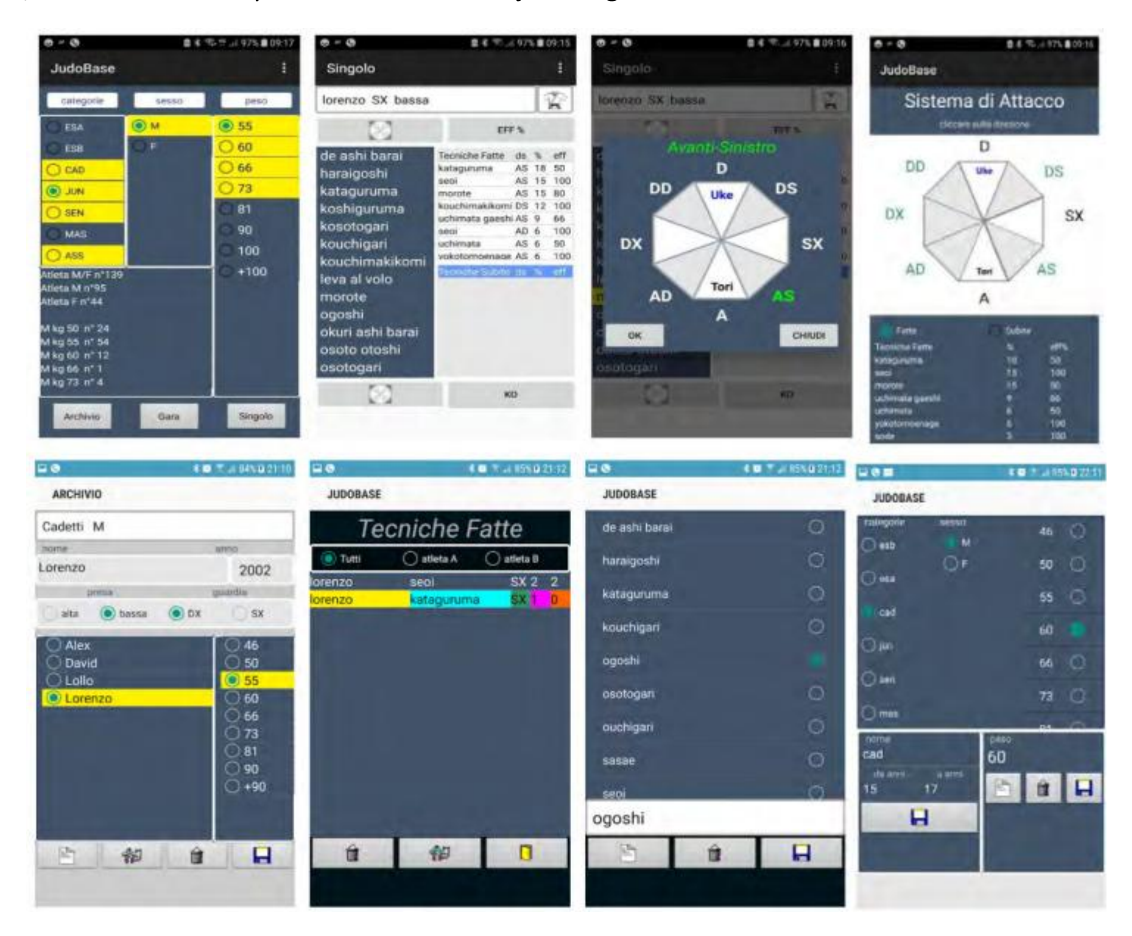


Fig.9.6.o.p.q.r.s.t.u.v., Algunas capturas de pantalla de esta aplicación

Bibliografía

[1] Barrault D., Brondani JC. Rousseau medicine du Judo Masson1991 ISBN 2-225-82386-3

[2] Cieśliński W, Sobeeki J, Piepiora P, Piepiora Z, Witkowski K, Application of the Augmented Reality in prototyping the educational simulator in sport – the example of judo, Journal of Physics: Conference Series 710, 2016

[3] Cirino1C, Claudio A. Gobatto, Allan S. Pinto, Ricardo S.Torre, Charlini S. Hartz, Paulo H. S. M. Azevedo, Marlene A. Moreno, Fúlvia B. Manchado-Gobatto, Complex network model indicates a positive effect of inspiratory muscles pre-activation on performance parameters in a judo match, Nature Scientific report 05 -2021

[4] Dal Bello F., Aedo-Muñoz E., José Brito C., Miarka B., Performance Analysis And Probabilities By Gender In Judo: Combat Phases, Techniques And Biomechanical Levers. Physical Education and Sport, Vol. 17, No 1, 2019, pp. 135 - 148

[5] Franchini E, Giannini Artioli G, Brito C J, Judo combat: time-motion analysis and physiology International Journal of Performance Analysis in Sport 13, 624-641. 2013,

[6] Franchini et al. Energy expenditure in different judo throwing techniques. In: Yong Jiang, YouLianHong, Jin-Hai Sun. (Org.). Proceedings of 2008 Joint International Pre-Olympic Conference on Sports Science and Sports Engineering. 1 ed. Liverpool: World Academic Union, 2008, v. II, 55-60.

[7] Franchini et al. A case study of physiological and performance changes in female judo players preparing for the Pan-American Games Rev. Bras.Cien. e Movida 9, N°2, 2001

[8] Grimpampi E, Pasculli A, Sacripanti A, Computational Biomechanics, Stochastic motion and team Sports. Proceedings of the Sixth International Conference on Engineering Computational Technology 2/5/ September 2008 Athens Greece see arXiv:0811.3659v1

[9] Imamura R et al. "The theory of reaction resistance" Bulletin of the Association for Scientific Studies on Judo, Kodokan, Report XI, 2007

[10] Ito K., Hirose N, Maekawa N, Characteristics of Re-Gripping Techniques Preceding Scored Throws In International-Level Judo Competition, Central European Journal of Sport Sciences and Medicine Vol. 25, No. 1/2019: 43–50

[11] Kajmović et al. Differences analysis of situational efficiency performances between three level of judo competition for female seniors. Book of Abstracts.12th Annual Congress of the European College of Sport Science (pp.454-455). Jyvaskyla, Department of Biology of Physical Activity. Finland. 2007

[12] Krauspenhar Merola C., Zaccani W.A, Carvalho Faria C., Cortozi Berton D., Verges S., Franchini E. High load inspiratory muscle warm-up has no impact on Special Judo Fitness Test performance "IDO MOVEMENT FOR CULTURE. Journal of Martial Arts Anthropology", Vol.19, no.1(2019), pp. 66–74

[13] Kim, Lee Study for analyzing world judo player's technical type and time. Korean Journal of Sport Science 2020, Vol. 31. No. 3, 557-570

[14] Komata et al. A biomechanical Investigation of kuzushi of O Soto gari in Kano Cup international competition Bulletin of the Association for the scientific studies on judo, Kodokan Tokyo Report V1978

[15] Koshida et al. The common mechanism of anterior cruciate ligament injuries in judo: A retrospective. Br J Sports Med 42.2008;

[16] Kruszewski et al. The evaluation of tactical and technical preparation of the senior medallists from 66 kg category participating in European Championships from 2004 to 2006. 2008

[17] Janez Per ˇs, et al. Analysis of Player Motion in Sports Matches Computer science in sport – mission and method 2008

[18] Lopez-Iturri P, Aguirre E, Azpilicueta L, Astrain J, Villadangos J, Falcone F, Implementation and Analysis of ISM 2.4 GHz wireless Sensor Network Systems in Judo Training Venues, Sensors, 16, 1247, 2016

[19] Matsumoto, Takeuchi and Nakamura "Analytical studies on the contest performed at the All Japan Judo Championship Tournament" Bulletin of the association for the scientific studies on judo, Kodokan Tokyo Report V-1978

[20] Miarka B, Del Vecchio F, Julianetti R, Cury R, Camey S, Franchini E, Time-motion and tactical analysis of Olympic judo fighters, International Journal of Performance Analysis in Sport, 16, 133-142. 2016

[21] Miarka B, Branco B, Del Vecchio F, Camey S, Franchini E, Development and validation of a time-motion judo combat model based on the Markovian Processes. International Journal of Performance Analysis in Sport, 15, 315-331. 2015

[22] Miyaji C, SMART-system: Past and Future, Procedia Engineering 2, 3109–3114, 2010

[23] Pereira Martins, F., Scarano Dualiby Pinto de Souza, L., Pinheiro de Campos, R., Bromley, S. J., Takito, M. Y., & Franchini, E. (2019). Techniques utilised at 2017 Judo World Championship and their classification: comparisons between sexes, weight categories, winners and non-winners. Ido Movement for Culture. Journal of Martial Arts Anthropology, 19(1), 58-65.

[24] Sacripanti A, Reprint from the first Edition Biomeccanica del Judo Mediterranee Publisher ISBN: 8827203486 Roma 1988

[25] Sacripanti A, Man-Environment heat exchange - a method for the biomechanical assessment of the energy cost in real competition. VIII° International Symposium of Biomechanics in Sport Czechoslovakia 1990

[26] Sacripanti A. Analisi di un sistema fisico complesso ENEA RT INN 18/1990

[27] Sacripanti A. Biomeccanica degli Sport di combattimento Ed FILPJK 1996.

[28] Sacripanti A. General Biomechanical Theory of contest sports see arXiv:0806.4069v1

[29] Sacripanti A. El estudio de la emission termica en telemetria: un medio flexible para diferentes aplicaciones deportivas. IV° Congreso Internacional Tecnologia y Entrenamiento Deportivo Leon Espagna 1997

[30] Sacripanti A, Match Analysis I SDS 72- 2007. https://www.researchgate.net/publication/215869769_Match_Analysis_fondamenti_scientifici_e_met odologici_I_2007

[31] Sacripanti A, Match Analysis II SDS 73- 2007. https://www.researchgate.net/publication/215869790_Match_Analysis_fondamenti_scientifici_e_met dologici_II_SDS_72_CONI_2007

[32] Sacripanti A, Pasculli A, Judo Match analysis an undervalued coaching tool 6th Judo Science Symposium Rotterdam 2009. https://www.researchgate.net/publication/45910571_Match_Analysis_an_undervalued_coaching_tool

[33] Sacripanti A. Judo Match Analysis a powerful coaching tool: basic and advanced tools in a fighting style evolution https://arxiv.org/abs/1308.0457; 2013

[34] Sacripanti, Ahmedov, Judo Combat: time-motion analysis and Biomechanical approach, Journal the Arts and Science of Judo, Volume1, N°1, 2021.

[35] Sacripanti A, De Blasis T, Calmet M, Pierantozzi E. Suwari Seoi Safety From Children Dojo to High Level Competition, Journal the Arts and Science of Judo, Volume1, N°1, 2021.

[36] Sacripanti A. De Blasis T. Safety in Judo Children: Methodology and Results. Porec 2017. https://arxiv.org/pdf/1706.05627

[37] Sacripanti A. The increasing importance of Ashi Waza in high level competition. (Their Biomechanics, and small changes in the form) Porec 2019. https://arxiv.org/pdf/1907.01220

[38] Sacripanti, Lascau Technical. Biomechanical Analysis of all GS 2021 Paper in progress 2021- 2022

[39] Schwartz M, Brustein B, From Lagrangian to Brownian Motion, Journal of Statistical Physics, Vol. 51, Nos. 3/4, 1988

[40] Snoek et al. Multimodal Video Indexing: A Review of the State-of-the-art Multimedia tools and application Springer 25, 2005

[41] Sobarzo Soto D.A., Aedo-Muñoz E., Brito C.J., Miarka B. Comparisons of Motor Actions and Biomechanical Assessments of Judo Techniques Between Female Weight Categories, Journal of Human Kinetics volume 75/2020,

[42] Solieman Osama K. Data Mining in Sports: A Research Overview MIS master project 2006

[43] Sterkowicz S., Maslej P.: Analiza przebiegu walki judo na podstawie jej struktury czasowejbadania porównawcze". Sport Wyczynowy, 7-8; (1999)

[44] Taesoo Kwon et al. Two-Character Motion Analysis and Synthesis IEEE transaction and visualization in computer graphics 14, N°3, 2008

[45] Tolga Esat Özkurt et al. Principal component analysis of the fractional Brownian motion for $0 < h < 0.5$ IEEE-ICASSP 2006

[46] Yuxin Peng et al. OM-based video shot retrieval by one-to-one matching Multimed. Tool Appl. 34, 249-266, 2007

[47] Xingquan Zhu et al. Video Data Mining: Semantic Indexing and Event Detection from the Association Perspective IEEE transaction on knowledge and data engineering 17, N°5, 2005.

Apéndices

Judo más allá de la leyenda

El hombre y las complejidades científicas del judo

Complejidades científicas del hombre y el judo

Los sistemas complejos no lineales son difíciles de analizar. Sin embargo, los modelos y métodos de procesamiento de datos no lineales son mucho más apropiados para estudiar al hombre y deportes complejos como el judo. El "pensamiento lineal" ignora que el cuerpo humano es un sistema complejo no lineal con respuestas fractales estáticas y dinámicas. Todos los deportistas, desde entrenadores hasta atletas, se enfrentan a problemas desafiantes (muchos de ellos no lineales). Los superan con un gasto significativo de energía, pero pierden tiempo con el antiguo pero práctico método de "ensayo y error". La mayoría de estos problemas se resolverían más fácilmente con la información correcta obtenida mediante métodos de análisis adecuados. Incluso el Parlamento Europeo ha enfatizado la importancia de la dinámica no lineal y el caos determinista en las investigaciones biomédicas. Por lo tanto, la mayoría de estos resultados pueden ser utilizados por la biomecánica en el análisis deportivo, e incluso mejor en deportes complejos como el judo. En esta parte del libro, presentamos seis apéndices muy avanzados que muestran la dificultad y complejidad de la biomecánica en el maravilloso mundo del judo. A la luz de los conocimientos avanzados, las siguientes son las seis razones principales:

1. La compleja estructura no lineal del cuerpo humano
2. Un patrón de movimiento muy complejo en competición
3. Infinitas situaciones posicionales diferentes no repetibles en el tiempo
4. Optimización de los componentes y desplazamientos del judo
5. Modelos experimentales complejos para encontrar la información o los datos adecuados del judo
6. Demostración experimental y teórica compleja de que algunos derribos de judo son seguros para los atletas si se aplican correctamente.

Los seis apéndices muestran la complejidad objetiva bajo la aproximación lineal; nuestro mundo es un sistema complejo. El cuerpo humano es el sistema más complejo a nivel global. El judo es un deporte difícil entre los deportes, el más complejo en nuestra vida diaria. En relación con los seis aspectos anteriores del problema del judo, el primer apéndice muestra la dificultad del estudio de la situación, el movimiento y la interacción (lanzamiento) en competición. El segundo apéndice muestra cómo los principios no lineales y fractales suelen estar presentes en el cuerpo humano, desde dentro hacia fuera, hasta el movimiento deportivo. En el tercer apéndice, abordamos el problema del movimiento de los atletas desde la posición inicial de pie sobre el tatami. El movimiento browniano fraccional, realizado en cada fase de competición, está conectado a las mediciones estándar clásicas de la dinámica newtoniana. El cuarto apéndice también es muy complejo porque se centra en el problema de optimización del judo. Esto implica técnicas de lanzamiento para construir una función objetivo y maximizarla o minimizarla; para los desplazamientos, se aplica el concepto de optimización a un sistema estocástico. Los apéndices quinto y sexto abordan el problema de la seguridad en el judo para niños y para Tori, un tema a menudo infravalorado debido a la complejidad multidisciplinar del diseño de investigación en esta área. Intentamos resolver estos problemas, pero el enfoque matemático complejo y el complejo diseño experimental lo hicieron totalmente comprensible para un posgrado. Sin embargo, en las conclusiones de cada apéndice, intentamos resumir el resultado principal obtenido, siempre que sea posible, de forma sencilla.

APÉNDICE I

Un sistema físico complejo

Teoría biomecánica avanzada de la competición de judo

Dinámica de competición: Teoría Biomecánica Avanzada de la Competición de Judo

Teoría Biomecánica Avanzada de la Competición de Judo

I. Introducción

La dinámica de competición, como teoría matemática y, por lo tanto, aplicable a todos los deportes de competición, es el tema principal de este trabajo. Tras la definición física de los sistemas "Atleta" y "Pareja de Atletas" y tras identificar el parámetro fundamental de la interacción, analizamos las clases de posibles potenciales que describen dicha interacción. Finalmente, especificamos las bases físicas de la interacción mutua entre atletas y las trayectorias de vuelo. Todo el tema se relacionará con magnitudes o parámetros medibles útiles para investigadores y entrenadores.

II. Sistemas "Atleta" y "Pareja de Atletas": definición y características físicas

La caracterización física del entorno de la competición conduce rápidamente a la individualización de las fuerzas que actúan sobre los sistemas de los atletas: 1) Fuerza de gravedad, 2) Fuerzas de empuje/tracción, 3) Reacciones de restricción del tatami, transferidas por fricción.

Supongamos que definimos el subsistema "Atleta" como un "atleta biomecánico". Es decir, un sólido geométrico variable de simetría cilíndrica que adopta diferentes posiciones y realiza únicamente rotaciones definidas mediante las articulaciones. En ese caso, podemos definir fácilmente el sistema global que concierne al análisis de la competición: el sistema de la "Pareja de Atletas". Este sistema se describe como un sistema articulado de simetría cilíndrica construido por la unión semirrígida de dos atletas biomecánicos. Este sistema tendrá únicamente dos "niveles de energía" con grados de libertad específicos.

A) Sistema cerrado de una pareja de atletas

Los dos atletas biomecánicos tienen puntos de contacto fijos y semiflexibles, denominados "agarres". De esta manera, se integran en un único sistema en equilibrio estable. Este sistema se mueve según el tercer principio de la dinámica. Las fuerzas de reacción del suelo serán, en este caso, la resultante de las fuerzas de empuje/tracción totales producidas por ambos atletas.

B) Sistema abierto de una pareja de atletas.

Los dos atletas biomecánicos no tienen un punto de contacto fijo. Por lo tanto, para mantener su estado de equilibrio inestable, actuarán, en el mejor de los casos, como un simple modelo de péndulo invertido (Pedotti, 1980) (4), mientras que la fricción posibilitará el movimiento gracias al tercer principio de la dinámica. Tras definir los sistemas abiertos y cerrados de la Pareja de Atletas y sus componentes, es decir, los atletas, el análisis biomecánico de la dinámica de competición se estudiará en términos del movimiento del sistema y la interacción mutua, que, según el principio de superposición de efectos, podrían considerarse por separado para obtener una solución más directa y comprensible.

La mecánica de la competición no puede analizarse con las herramientas deterministas de la mecánica de Newton (no se trata de "situaciones" repetibles que ocurren "aleatoriamente" con una baja probabilidad de repetición en un gran número de competiciones). En efecto, sería más beneficioso estudiar el problema según la mecánica estadística para obtener resultados experimentales verificables.

III. Distancia mutua como parámetro principal de la dinámica de la competición

El estudio del sistema abierto "Pareja de Atletas" nos muestra rápidamente el parámetro principal que permite clasificar la posición mutua de los cuerpos de forma útil. La distancia relativa entre los dos atletas, la estrategia de ataque y la ejecución de las técnicas dependen directamente de este parámetro.

Resulta útil clasificar tres tipos de distancias que requieren tres enfoques biomecánicos diferentes:

1) Distancia larga (Karate, Taekwondo, Kickboxing, etc.): Es la distancia desde la cual el atleta desarmado ejecutará un ataque de patada exitoso. Es la distancia principal en las competiciones de Karate.

2) Distancia media (Boxeo): Es la distancia desde la cual es posible boxear.

3) Distancia corta (Judo, Lucha Libre, Lucha Canaria, Lucha Leonesa, Coresh, Sumo, etc.): Es la distancia desde la cual es posible agarrar al adversario. En esta condición, el atleta cambia su posición de inestable a estable. Los agarres son las herramientas principales para transferir la energía al adversario tanto en oposición como ayudando en las técnicas de lanzamiento.

IV. Sistemas de referencia e interacción: definición y clasificación

Tras definir la estrategia física y el parámetro principal de interacción, y especificar las condiciones de contorno relacionadas con la dinámica de sistemas, el siguiente paso es definir los sistemas de referencia para describir el movimiento y la interacción.

El primer sistema de referencia se ubicará en el gimnasio (un sistema de referencia cartesiano solidario con las paredes del gimnasio). Se trata, en una aproximación razonable, del sistema de referencia inercial o del sistema de referencia de laboratorio.

El segundo sistema de referencia, válido para el estudio simplificado de la interacción mutua, se ubicará en el baricentro móvil de la "Pareja de Atletas", ya sea un sistema abierto o cerrado. Este sistema de referencia se denominará "Sistema de referencia del centro de masas".

En todos los deportes de competición, la interacción se puede considerar, en función de la distancia mutua, como una disminución y una disminución continuas de este parámetro durante la competición, además de algunos mecanismos físicos específicos para ganar cada deporte. Estos mecanismos para el sistema cerrado de Pareja de Atletas se pueden clasificar, en deportes de competición, en dos categorías. Los mecanismos ganadores capaces de derribar al adversario se basan en dos principios físicos: 1) Aplicación de un par de fuerzas; 2) Aplicación de una palanca física. Por lo tanto, la interacción ocurre antes de encontrar un punto de contacto y aplicar la fuerza suficiente para derribar al adversario. En el segundo mecanismo, la palanca física con un punto de parada es necesario el uso del desequilibrio.

V. Posibles clases de potenciales: un estudio general

En cada deporte de competición, la interacción se basa en dos fases: una común (reducción de la distancia mutua) y otra específica (aplicación de métodos permitidos para obtener ventaja: golpes o lanzamientos). La parte estándar es comparable a un clásico "problema de dos cuerpos en el campo central". De la mecánica, recordamos:

a) En lugar de estudiar el movimiento de dos atletas, es posible analizar el movimiento equivalente, más directo, en el centro del sistema de referencia de masas, de un solo atleta simulado con una masa corporal reducida $\frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2}$

b) En el centro del sistema de referencia de masas, el movimiento puede describirse mediante una trayectoria bidimensional sobre el suelo (tatami) utilizando las coordenadas: r e θ.

c) En lugar de resolver la integral del movimiento mediante ecuaciones diferenciales, es mejor utilizar para la solución el lagrangiano del sistema, es decir, la energía potencial y cinética.

Es mejor estudiar el movimiento más directo con momento angular constante para identificar la clase general entre muchos potenciales que describirán la parte común de la interacción. En este caso, la trayectoria bidimensional puede considerarse unidimensional porque $\theta = \frac{l}{mr^2}$ y la fuerza de interacción F(r) será una función de la distancia entre el atleta simulado y el centro de masa del sistema Pareja de Atletas, es decir, del potencial simulado $V^{\prime} = V(r) + \frac{1}{mr^2}\ con\ V(r) = -Kr^{-\alpha}\ y$ el parámetro α tomará valores de 0,1,2,3…

El potencial simulado V'(r) pertenecerá a una de las clases subsiguientes de potenciales atractivos Fig.(1).

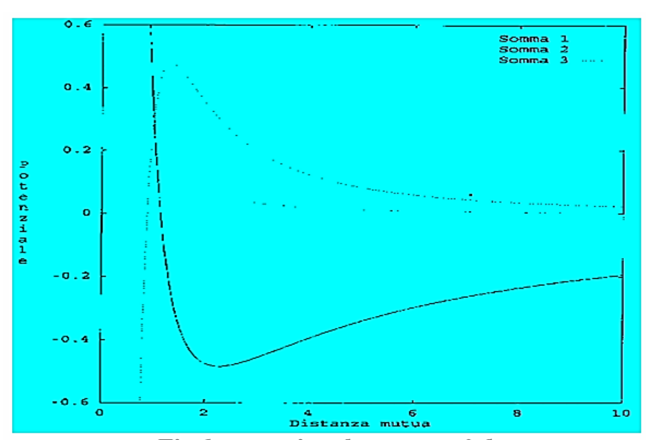


Fig 1 attractive sham potentials

Este ejemplo muestra claramente que sólo los potenciales atractivos-repulsivos como V'(r1) serán útiles para describir la parte estándar de la interacción durante la competición.

VI. Potencial e interacción en el centro del sistema de referencia de masas

El potencial general que describirá el intercambio tendrá la forma exponencial disponible: $V' = r^{-\alpha} + r^{-2\alpha}$

A partir de las consideraciones previas, es posible afirmar que la familia de curvas puede explicar la parte estándar de la interacción mostrada en un potencial de Morse generalizado: $V = D(e^{-2\alpha(r-ro)} - 2e^{-\alpha(r-ro)})$

V' es una expansión particular de esta expresión.

La especificación de una forma general del potencial de interacción puede proporcionarnos mucha información útil:

1) r_o es la distancia de equilibrio (distancia de agarre en lucha libre).

2) D es la energía potencial mecánica en el punto de equilibrio, igual a la energía mecánica media, expresada en términos de consumo de oxígeno como ηO_2.

3) Es posible evaluar la constante de expansión del potencial cerca del punto mínimo. En este caso, obtenemos la conexión con el término armónico de expansión $Da^2(r - r_0)^2$ o $a = \frac{1}{L|}\sqrt{\frac{E_c}{D}}$

Para conocer el potencial, volvamos a la expresión algebraica de la fuerza $F = ma = 2_a D(e^{-\propto r} - e^{-2\alpha r})$

Identificar la parte estándar de la interacción como un "problema de dos cuerpos en el campo central" nos permite utilizar un resultado esencial de la física clásica sobre el valor medio temporal de unas pocas variables (el teorema de Virial). Tanto para el movimiento como para la interacción, garantiza que, si la fuerza generalizada F es la suma de las fuerzas de fricción y las fuerzas centrales, la energía cinética media del sistema en el tiempo es independiente de las fuerzas de fricción:

$$\overline{T} = -1/2\frac{\partial V}{\partial r}r \approx \frac{\eta}{e}\overline{O}_2 - \overline{V} = \eta_1\overline{O}_2 - \overline{V}$$

Donde η_1 es la eficiencia global del concurso, siempre menor que η. La conservación de la energía mecánica media en el tiempo, basada en el teorema del virial, permite obtener la expresión de la velocidad de desplazamiento (2).

$$\dot{r} = \sqrt{\frac{2}{m}}\left[\frac{\eta_1 O_2}{\tau}\frac{r^2\theta^2}{d} - D\left(e^{-ar} - 2e^{-2ar}\right)\right]$$

El límite para r→ O de esta expresión nos permite calcular la velocidad de ataque en el instante del impacto (r=O), que puede expresarse (3) respecto al consumo de oxígeno de ataque

VII. Potencial e interacción en el sistema de referencia del centro de masas

A) Sistema cerrado de "Pareja de Atletas".

Este sistema logra un desplazamiento aleatorio modificando la dirección de la velocidad de la pareja en las fuerzas de empuje/tracción producidas por los atletas para generar situaciones específicas que permitan aplicar técnicas ganadoras. En este caso, "aleatorio" significa que, estadísticamente, no existe una dirección de desplazamiento preferencial. El movimiento se logra mediante la fricción entre las plantas de los pies y el suelo, basándose en el principio III° de la dinámica; la ecuación general que describe la situación es la Ley de Newton F = ma. En la fuerza generalizada, F, se observarán tanto las fricciones como la contribución de empuje/tracción.

El componente de fricción es proporcional a la velocidad Fa = -μv. Por lo tanto, los cambios de velocidad y dirección producidos por los empujes/tracciones se crean por la fuerza resultante desarrollada por los dos atletas.

A lo largo de la competición, actúan como impulsos en intervalos de tiempo muy cortos. En consecuencia, la variación única puede describirse mediante el método de Dirac del impulso u de la fuerza elemental, donde u representa la variación del momento mecánico Δv m. La resultante será la suma algebraica de las fuerzas de empuje/tracción (8). Los cambios aleatorios de dirección se evaluarán como la variación (± 1) j de la fuerza elemental.

Toda la fuerza es: $\phi(t) = u\sum_j \delta(t - tj)(\pm 1)_j = F'$

Entonces la fuerza generalizada es F = Fa + F', y la ecuación general del movimiento tiene la estructura conocida de la ecuación de Langevin: $\dot{v} = -\frac{\mu}{m}v + \frac{u}{m}\sum_j (\pm 1)_j \delta(t - t_j) = F_a + F'$

Dado que la resultante de empuje/tracción es aleatoria, es imposible pronosticar la trayectoria en una sola competición. Sin embargo, el análisis estadístico de múltiples partidos permitirá obtener información sobre el comportamiento del sistema.

1) Dado que los cambios de dirección tienen la misma probabilidad, es decir, en muchas competiciones no hay una dirección preferida, el valor medio de F' en una secuencia aleatoria de direcciones será cero < F’ > = 0.

2) La media a lo largo del tiempo y las direcciones de dos productos de fuerzas de empuje/tracción nos proporcionan información sobre la variación de la fuerza en el tiempo (8):

$$\langle F'(t)F'(t')\rangle = \frac{u^2}{m^2}\langle(\pm 1)_j(\pm 1)_j\,\delta(t-t_j)\delta(t'-t_j)\rangle = \frac{u^2}{m^2 t_o}\delta(t-t'_j)$$

La comprobación de estas condiciones nos permite ver rápidamente que el movimiento de los atletas puede describirse en términos de mecánica estadística como movimiento browniano sobre una superficie ilimitada. La ecuación de movimiento puede resolverse (con métodos de variación constante). La solución establece que la velocidad del sistema es directamente proporcional al impulso de empuje/tracción u e inversamente proporcional a la masa total m. Por lo tanto, los atletas más grandes se mueven, estadísticamente, a menor velocidad. $v(t)\propto\frac{u}{m}$

En estos casos, es correcto evaluar únicamente los valores medios de las cantidades. Por ejemplo, la función de correlación.$\langle v(t)v\ (t')\rangle$ nos da el tiempo de retardo de la variación de velocidad medible (8)

La solución es $$\langle v(t)v(t')\rangle = \frac{m}{2\mu}C\left[e^{-\frac{\mu}{m}(t-t')} - e^{-\frac{\mu}{m}(t+t')}\right]$$

si pensamos en un estado estacionario (t+ t’)>> (t-t’) el resultado es $$\langle v(t)v(t')\rangle = \frac{m}{2\mu}Ce^{-\frac{\mu}{m}(t-t')},$$

y el tiempo de retardo es $t* = \frac{m}{\mu}$ directamente proporcional a la masa del atleta (8). Supongamos que establecemos cero como velocidad inicial. En ese caso, es posible evaluar el valor medio de la energía cinética de más competiciones (8):

$$\frac{m}{2}\langle v^2\rangle = \frac{m^2}{4\mu}C\left(1-e^{-\frac{2\mu}{m}t}\right)$$

para t → ∞. Esta expresión tiende rápidamente a cero, y entonces es posible escribir la relación de estado estacionario $\frac{m}{2}\langle v^2\rangle = \frac{m^2}{4\mu}C$

La constante C puede evaluarse mediante un método de Einstein modificado para el movimiento browniano clásico. Por lo tanto, si consideramos que el biosistema del atleta presenta una de las eficiencias de trabajo más bajas, o $\frac{L}{O_2} = \eta \ll 1$

entonces (8) es posible escribir $\frac{m}{2}\langle v^2\rangle = \frac{m^2}{4\mu}C = \eta O_2$ or $C = \frac{4\mu}{m^2}\eta O_2$

A partir de esta ecuación es posible obtener (8) el momento cuadrado que es directamente proporcional a la fricción y al consumo total de oxígeno $\mu^2 = 4\mu t_0\ O_2$. Al mismo tiempo, la función de velocidad de correlación toma (8) el valor

$$\langle v(t)v(t')\rangle = \frac{2}{m}\eta O_2 e^{-\frac{\mu}{m}(t-t')}$$

de donde la fluctuación de velocidad es inversamente proporcional a la masa m, directamente proporcional al consumo de oxígeno y a la independencia de la fricción. Es posible afirmar que la fricción actúa sobre las fuerzas y la energía, pero no sobre las velocidades. También es posible observar la evolución de la función de correlación del momento en la fórmula:

$$\langle u(t)u(t')\rangle = 2m\eta O_2 e^{-\frac{\mu}{m}(t-t')}$$

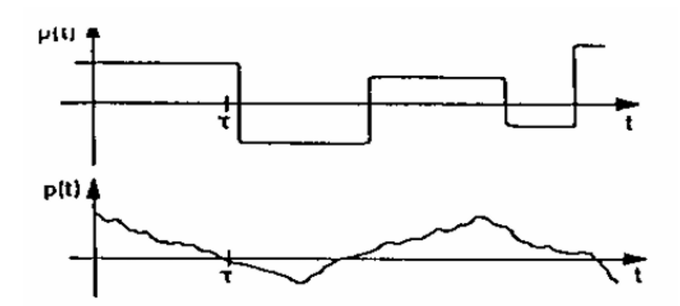
Esta relación nos muestra información fascinante. La fluctuación del momento y la velocidad tiene una memoria temporal tan grande como el tiempo de retardo t* = m/µ. Este es el intervalo de tiempo tras el cual el sistema de acoplamiento cambia drásticamente el momento o la velocidad con respecto a los valores anteriores. Es posible observar los cambios en el tiempo de retardo con la masa del atleta. Para los pesos pesados, por ejemplo, será más difícil experimentar cambios de alta velocidad (movimiento con ritmos muy diferentes).

Pero el tiempo de retardo también es inversamente proporcional al coeficiente de fricción. Si consideramos un tatami sin fricción, el tiempo de retardo se vuelve infinito. Esto significa que los pesos pesados no pueden cambiar su posición en absoluto. Esta es una prueba directa de la necesidad de fricción en el movimiento de combate. Es importante recordar que la función de correlación solo identifica la media u(t). Es posible encontrar funciones de momento u(t) muy diferentes en cada detalle, pero con la correlación exacta del momento en otro momento. La Figura 2 nos muestra dos situaciones límite: a) atletas de peso ligero con muy pocas, pero muy fuertes, interacciones durante el combate, con tiempos de retardo proporcionales a: $\Delta\frac{m}{\mu} \approx \frac{m}{\mu}$.

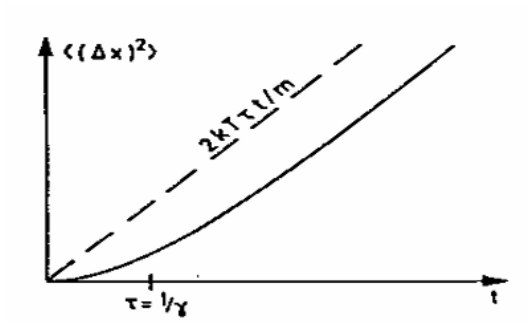
b) Atletas de peso pesado con interacciones continuas de empuje y tracción con tiempo de retardo $\Delta\frac{m}{\mu} \square \frac{m}{\mu}$

En estas dos relaciones $\Delta\frac{m}{\mu}$ se encuentra el llamado tiempo de colisión, la distancia media entre dos empujar-tirar estadísticamente independiente, que es diferente del tiempo empujar-tirar único δt.

Desde un punto de vista experimental, determinar la posición de un par de atletas en el tatami es más sencillo que determinar su momento. Tras integrar la función de correlación de momento entre 0 y t, considerando que u = mv, es posible obtener un resultado fascinante sobre la evolución temporal estadística del par de atletas, el centro de masas, en los límites, tanto para tiempos cortos como largos, con respecto al tiempo de retardo:



$$\left\langle \left[x(t)-x(0)\right]^2 \right\rangle = (2\eta O_2)\cdot \begin{cases} t^2 \to 0 \le t \square \dfrac{m}{\mu} \\ \dfrac{2t}{\mu} \to t \square \dfrac{m}{\mu} \end{cases}$$



Como es más fácil ver, el desplazamiento cuadrático medio en el tiempo del centro de masas del par siempre es función de la energía, pero en un caso depende del tiempo al cuadrado. En el otro, es una función lineal del tiempo. Sin embargo, en este caso, también es inversamente proporcional a la fricción, como se muestra en la figura 3. Podemos observar la evolución temporal del desplazamiento del centro de masas del par.

Si estudiamos las trayectorias de desplazamiento bidimensionales sobre la estera (Tatami) del centro de masas del par porque el movimiento como vemos pertenece a la clase de movimiento browniano, será válida la siguiente relación:

$r\theta = \sqrt{dt} \Rightarrow \frac{d}{r^2\theta^2} = \frac{1}{t} - or - \left(f = \frac{d}{4\pi^2 r} \right)$ es posible comprender el significado biomecánico de esta frecuencia en los límites: r→∞; r→0

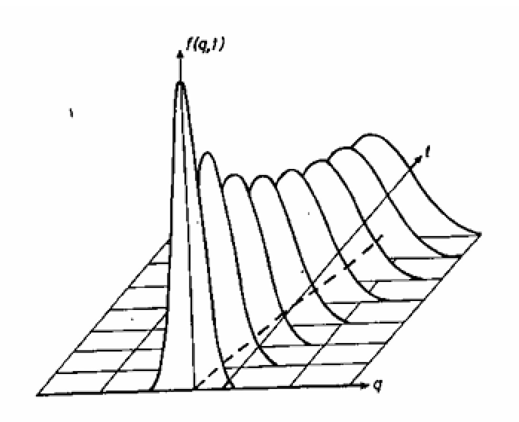
La frecuencia de contacto o frecuencia de ataque se puede escribir como función del oxígeno mediante la relación:

$$f = \frac{1}{2\pi^2 r}\sqrt{\frac{2\eta O_2}{m}} = \frac{f_i}{2\pi^2 r}.$$

Krylov desarrolló el modelo de dos esferas duras, mejorado por Sinai, para el sistema de dos discos en colisión. Se ha demostrado que ambos sistemas son caóticos. En esta demostración, un parámetro de mezcla K=λ/r>1 [en nuestra aproximación tiene el siguiente significado: λ= trayectoria media libre entre dos interacciones; r= rango intermedio de los atletas. Si se cumple esta relación, el movimiento del centro de masas de la pareja de atletas se vuelve caótico. Supongamos que el sistema de la pareja de atletas se mueve mediante movimiento browniano. En ese caso, será posible determinar, si no la trayectoria real, la trayectoria más probable. Si f(q,t)dq es la probabilidad de encontrar una pareja de atletas en la posición q en el intervalo dq en el tiempo t, es posible demostrar que esta probabilidad satisface la ecuación de Fokker-Plank, que describe la variación de la probabilidad de la presencia de una pareja de atletas en el tatami durante la competición].

$$\frac{\partial f(q,t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial q}\left(Kf(q,t)\right) + \frac{1}{2}D\frac{\partial^2}{\partial q^2}f(q,t)$$

Donde K= - µq es el coeficiente de empuje-tracción; y D es el coeficiente de difusión. Recordando la relación de Einstein, el coeficiente de difusión D puede correlacionarse con la evolución temporal del centro de masas de las parejas de atletas, tanto en el límite del intervalo de tiempo breve como del intervalo de tiempo muy largo, el tiempo retardado o el desplazamiento medio cuadrático en la colchoneta relacionado con la energía. Recordando las relaciones anteriores, es posible escribir: para tiempos cortos $\langle x^2\rangle \equiv \langle q^2\rangle = 2Dt = 2\eta O_2 t^2$ y para tiempos largos $\langle x^2\rangle \equiv \langle q^2\rangle = 2Dt = 4\eta O_2 \frac{t}{\mu}$



Entonces, el coeficiente de difusión para tiempos muy largos es proporcional al doble del consumo de energía e inversamente proporcional al coeficiente de fricción; para tiempos cortos, es proporcional tanto al consumo de energía como al tiempo (esto significa que no es constante en el tiempo). La función f(q,t) nos da la trayectoria de desplazamiento más probable en el tiempo, determinada por los puntos de máxima probabilidad de la misma función durante su evolución temporal.

Considerando el conocido trabajo de Smoluchovski sobre el Movimiento Browniano, la física que produce la evolución aleatoria de la competición nos permite obtener la probabilidad básica de este proceso markoviano.

Entonces, para deportes duales, es posible obtener, a partir de la probabilidad de transición Q, las soluciones de la Probabilidad Condicional. Estas, en el límite de tiempo infinito, dan la posibilidad de encontrar un atleta entre x y x + dx en el tiempo t. En forma matemática, podemos escribir:

$$Q(k,m) = \frac{1}{2}\delta(m,k-1) + \frac{1}{2}\delta(m,k+1)$$

que nos da la solución

$$P(n|m,s) = \frac{s!}{\left(\frac{v+s}{2}\right)!\left(\frac{v-s}{2}\right)!}\left(\frac{1}{2}\right)^s$$

La prueba experimental de este modelo se puede encontrar en algunos trabajos japoneses, sobre el campeonato mundial de 1971.

VIII. Comprobación experimental (verificación-validación)

Los resultados del estudio de las trayectorias cambiantes del sistema de Pareja de Atletas durante la competición, analizados mediante técnicas de mecánica estadística en situaciones aleatorias no repetibles en el tiempo, con una frecuencia de probabilidad definida, podrían parecer solo un ejercicio teórico si no se verificaran y validaran con resultados experimentales. La siguiente ilustración muestra dromogramas del campeonato de judo (1) de Japón de 1971. No existe una dirección preferencial en las fuerzas de empuje/tracción a lo largo del tiempo. (Fig. 5)

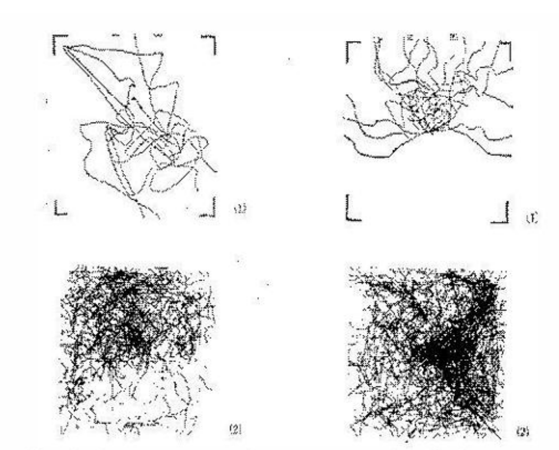


Fig 2 (1, 2, 7, 12) judo contest motion patterns in 1971 Japan championships.

IX. Principios físicos y trayectorias de interacción

Sistema cerrado "Par de Atletas".

La segunda cara de interacción fue resuelta por el autor entre 1985 y 1987 y condujo a las consecuencias sobre el uso de fuerzas en el espacio (condiciones estáticas), el análisis de trayectorias de vuelo y simetrías (condiciones dinámicas) y la identificación de los principios físicos básicos de las técnicas de lanzamiento. Utilizando el principio de relatividad de Galileo, será posible extender la validez de los resultados conocidos de las condiciones estáticas a las dinámicas de la competición.

1) Técnicas de un par de fuerzas

Para esta clase de técnicas, aplicaremos el principio de acciones simultáneas. Así, el movimiento del cuerpo en el espacio puede simplificarse mediante la suma de un movimiento plano en un plano sagital o frontal, más un movimiento eventualmente simplificado en el espacio. Por lo tanto, el primer movimiento, producido al aplicar un par principal de fuerzas, es un movimiento rotatorio plano independiente de la fuerza de gravedad. En términos de análisis variacional, la primera trayectoria de movimiento se obtiene mediante los "extremos" de la función general.

$$I = \int_{x1}^{x2} y^r \left(1 + y'^2\right)^{1/2} dx$$

Por ejemplo, para r = -1 con soluciones x = a- b(senθ) e y = c – b cosθ, en este caso, el extremo es el arco circular de radio b y centro B (a, c). La ecuación general describirá el primer movimiento (con θz=s).

$$\frac{2}{3} Ml^2 \ddot{\theta} = Ml \frac{d^2 s}{dt^2} \quad \text{or} \quad (z - \frac{2}{3} l)\ddot{\theta} + 2\dot{z}\dot{\theta} + \ddot{z}\theta = 0$$

La segunda trayectoria (aplicada en otro grupo de la misma clase de técnicas) es la suma de los movimientos producidos por la fuerza de la gravedad más un par de fuerzas secundarias. Estas fuerzas actúan en un plano perpendicular al campo gravitacional. La segunda trayectoria de vuelo es, con buena aproximación, el arco de parábola con vértice V coincidente con el centro de rotación B de un par de fuerzas principal (Figs. 3, 4 y 5).

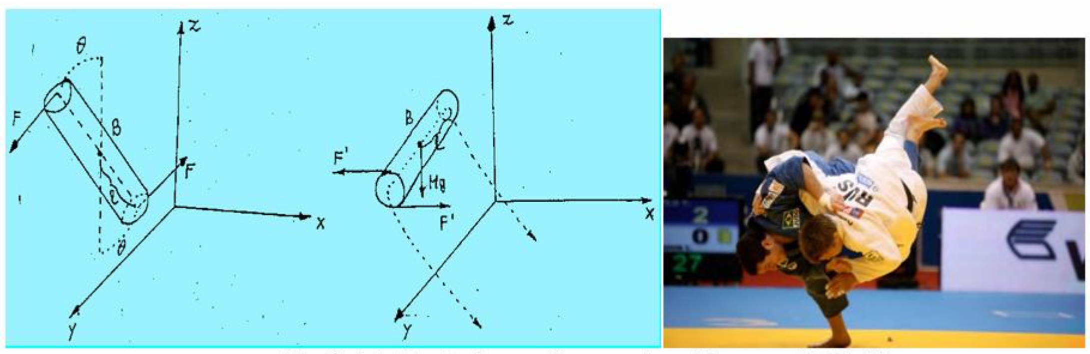


Fig 3,4,5 Technique of a couple of forces –Uchi Mata

2) Técnicas de palanca física.

Considerando al atleta biomecánico como un cilindro rígido, aplicando el punto de rotación/parada (fulcro), el impulso inicial debe considerarse necesario y suficiente para generar el desequilibrio, es decir, desplazar el baricentro perpendicularmente desde la base de apoyo, mientras que impone al cuerpo del adversario un momento rotacional bajo la condición $\frac{1}{2} I_z \omega^2{}_z \square\ 2Mgl$ Así, el atleta puede asimilarse a un trompo pesado simétrico que cae en el campo gravitacional. Esto se debe a que el impulso de arranque actúa durante un breve lapso. La trayectoria, en un campo de fuerza, viene dada por la solución del principio variacional:

$$\delta\int_{q1}^{q2}\sum{}_j p_j dq_j - \delta\int_{t1}^{t2} H(p,q)dt$$

En nuestro caso, el campo externo es conservativo. Por lo tanto, es posible aplicar el principio de mínima acción, es decir:

$$\Delta\int_{t1}^{t2}\sum{}_j p_j q_j dt = \Delta\int_{t1}^{t2}\tau dt = \tau\Delta\int_{t1}^{t2} dt = \Delta(t_2 - t_1)$$

El cuerpo seguirá la trayectoria de menor tiempo de tránsito. La forma de Jacobi del principio de acción mínima nos proporciona otra información:

$$\Delta\int_{t2}^{t2}\tau dt = \Delta\int_{\rho 2}^{\rho 2}\sqrt{H - V(\rho)}\,d\rho = 0$$

El parámetro ρ mide la longitud de la trayectoria. Garantiza que el cuerpo seguirá una geodésica de cierta simetría. En este caso, es posible demostrar que sigue un arco espiral, una geodésica de simetría cilíndrica. Fig. 6, 7

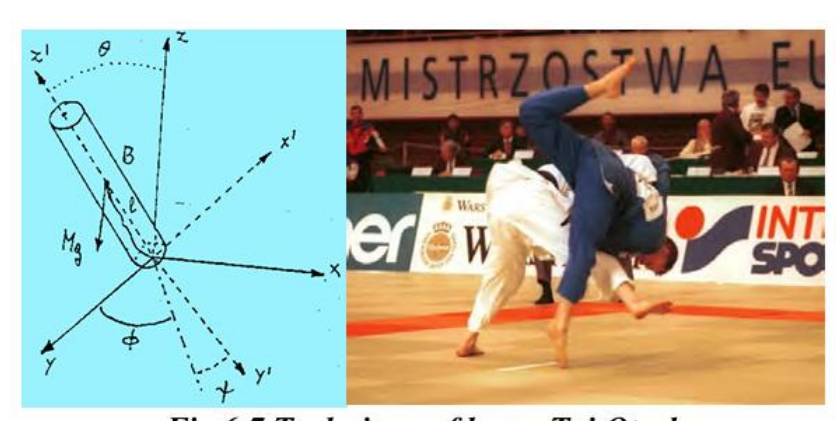


Fig 6,7 Technique of lever Tai Otosh

De hecho, la energía cinética y potencial serán:

$\tau = t_0$, V = Mgl, W = 0

$\tau = t$, V = Mgl cosθ, W $\frac{I_1}{2}(\dot{\phi}^2 sin^2\theta + \dot{\theta}^2) + \frac{I_3}{2}(\dot{\phi}\cos\theta + \dot{\psi})^2$ =

$\tau = t_f$, V = 0, W = $\frac{I_1}{2}\dot{\phi}^2 + \frac{I_3}{2}\dot{\psi}^2$

Donde es posible escribir: $I_1 = I_2 = \frac{2}{3}Ml^2$ e $I_3 = \frac{1}{2}Mr^2$

Por otra parte, las funciones angulares serán:

$$\dot{\phi} = \frac{b - \cos\theta}{sin^2\theta} \text{ and } \dot{\psi} = \frac{I_1}{I_3}a - \cos\theta(\frac{b - \cos\theta}{sin^2\theta})$$

Si ω_z = cos t , es posible escribir:

$$\frac{\partial W}{\partial \dot{\psi}} = I_3(\dot{\phi}\cos\theta + \dot{\psi}) = I_3\omega_z = I_3 a$$

Si el momento angular es $L = I\frac{d\Omega}{dt}$, la ecuación de movimiento será:

$$I_1\ddot{\theta} + (I_3 - I_1)\dot{\phi}^2 sin\theta\cos\theta + I_3\dot{\phi}\dot{\psi}sin\theta = Mglsin\theta$$

$$I_1(\ddot{\phi}sin\theta + \dot{\phi}\dot{\theta}\cos\theta) + (I_1 - I_3)\dot{\theta}\dot{\phi}\cos\theta - I_3\dot{\theta}\dot{\psi} = 0$$

$$I_3(\ddot{\phi}\cos\theta - \dot{\theta}\dot{\phi}sin\theta + \ddot{\psi}) = 0$$

Si se tiene en cuenta que tanto la energía como la velocidad angular (ω_z) son constantes de movimiento, entonces:

$$E = T + V = \cos t \Rightarrow E' = E - \frac{1}{2}I_3\omega_z^2 = \frac{I_1}{2}(\dot{\theta}^2 + \dot{\phi}^2 sin^2\theta) + Mgl\cos\theta = \cos t.$$

Con s = cosθ y recordando los valores la ϕ e $\dot{\psi}$ función dará la trayectoria de vuelo del cuerpo:

$$\rho = \int_{s(0)}^{s(l)} \frac{ds}{\sqrt{(1-s^2)(\alpha - \beta s) - (b - as)^2}}$$

que se deriva de la ecuación:

$$\dot{\theta}^2 sin^2\theta = sin^2\theta(\alpha - \beta\cos\theta) - (b - a\cos\theta)^2$$

Con $\alpha = \frac{2E'}{I_1}$ and $\beta = \frac{2Mgl}{I_1}$

Las condiciones iniciales θ = 0 y $\dot{\theta} = \dot{\phi} = 0$ nos da la solución **E´ = Mgl = cost**.

Entonces la ruta de vuelo entre $\theta_0 = 0$ e $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$ es un arco geodésico de simetría cilíndrica.

Desde la mecánica clásica, recordamos que para un movimiento helicoidal simultáneamente hay dos soluciones:

$$vT = h - and - \varpi T = 2\pi$$

Entonces la pendiente de la hélice es $h = 2\pi \frac{v}{\varpi}$

Si nos vamos al límite, es posible comprender por qué el aumento del componente rotacional equivale al descenso de los Atletas. Esto se debe a que acortar el paso de la hélice implica reducir la trayectoria de vuelo del adversario, reduciendo al mismo tiempo su capacidad defensiva para girar acrobáticamente sobre el abdomen. (12,13)

X. Análisis probabilístico de la interacción

Sistema cerrado "Pareja de Atletas".

Al estudiar la interacción específica del sistema cerrado "Pareja de Atletas", la mecánica de ataque solo garantiza dos soluciones: tener éxito o no, frente a una defensa efectiva o no. Surge entonces la pregunta de qué probabilidad de éxito tienen la defensa y el ataque, y cómo puede el análisis probabilístico conectarlos.

Un ataque directo potente sin simulacros ni combinaciones es independiente en una primera aproximación. Esto significa que tenemos una serie de intentos de Bernoulli. Aplicando la distribución binomial al ataque, la probabilidad de tener dos éxitos, cualesquiera que sean los resultados excluidos los Ippons, cada diez intentos sobre las ocho posibilidades de ataques en cinco direcciones es:

$$A = \frac{10!}{2!(10-2)!}\left(\frac{1}{40}\right)^2\left(1-\frac{1}{40}\right)^{10-2} = 0.028$$

Mientras que la probabilidad de defensa de tener dos éxitos (excluido el Ippon), cada diez intentos sobre los seis tipos de defensa a su alrededor (2π) son:

$$D = \frac{10!}{2!(10-2)!}\left(\frac{1}{12\pi}\right)^2\left(1-\frac{1}{12\pi}\right)^{10-2} = 0.025$$

La probabilidad matemática de 2 éxitos por cada diez ataques directos fuertes es del 2,8 %, mientras que dos por cada diez defensas es del 2,5 %. Por lo tanto, en este caso, el análisis probabilístico nos muestra que, en un sistema cerrado de un par de atletas, el resultado de un ataque directo fuerte sería ligeramente más fácil que el de una defensa.

XI. Conclusiones

El análisis biomecánico de las competiciones deportivas de competición ha arrojado resultados significativos:

a) El movimiento del sistema de Pareja de Atletas es un movimiento browniano.
b) La interacción entre atletas se puede subdividir en dos etapas: la primera es común a todos los deportes de competición (acortamiento de la distancia mutua); la segunda es específica de cada deporte. Ej. Deportes de larga distancia: golpes directos a puntos sensibles o convencionales del cuerpo; deportes de muy corta distancia: herramientas para proyectar a los adversarios mediante dos principios físicos.
c) La energía cinética del atleta depende del consumo de oxígeno y de su eficiencia.
d) La capacidad de cambiar de velocidad no depende de la fricción; es inversamente proporcional a la masa y directamente dependiente del consumo de oxígeno y la eficiencia.
e) El tiempo de variación de la velocidad depende de la masa y es inversamente proporcional a la fricción.
f) La velocidad de ataque en el contacto se obtiene multiplicando la raíz cuadrada del doble del consumo de oxígeno por la eficiencia y dividiendo la masa corporal o de la extremidad.
g) La variación de la fuerza de empuje/tracción está relacionada con la magnitud de la fricción, que es directamente proporcional al consumo de oxígeno.
h) La trayectoria de vuelo del atleta proyectado es geodésica, con tres simetrías específicas o su composición lineal.

i) Las técnicas de pares de fuerzas son independientes de la fricción; pueden utilizarse independientemente de la velocidad de desplazamiento.
j) Las técnicas de palanca física dependen de la fricción; esto significa que solo pueden utilizarse para detener al adversario.
k) Las técnicas de un par de fuerzas son energéticamente mejores.
l) Entre las técnicas de palanca física, el brazo máximo es energéticamente mejor.
m) La frecuencia de ataque es directamente proporcional a la velocidad del impacto e indirectamente a la distancia mutua.
n) La frecuencia de ataque es directamente proporcional a la energía cinética en función del tiempo e inversamente proporcional a la masa y al cuadrado de la distancia.
o) El golpe de ataque directo tiene una probabilidad de éxito del 66 % en comparación con la defensa.

XII Referencias

(1) Y. Matsumoto &Y. Takeuchi & R.Nakamura-Analytical studies on the contest performed at the all Japan judo championship tournament KdK Report V Tokyo Japan 1978

(2) A.S. Mikhailov & A.Yu. Loskutov- Foundation of Synergetics II (complex patterns) Springer Verlag Berlin 1991

(3) A. Pasculli & A.Sacripanti -Teoria biomeccanica della competizione di karate ENEA /RT in print 1996

(4) A.Pedotti - Motor coordination and neuromuscular activities in human locomotion - Biomechanics of motion Ed. Springer Verlag N.Y. USA 1980.

(5) R. Petrov- Lutte libre et Lutte Greco-Romaine Ed. Fila 1984.

(6) A.Sacripanti - Biomechanical classification of judo throwing techniques (Nage Waza). Int. Simp. of Biomechanics in Sport Athens Greece 1987.

(7) A.Sacripanti - Biomechanical classification of wrestling standing techniques. Int. Simp. of Biomechanics in Sport Bozeman USA 1988.

(8) A. Sacripanti - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in<> Report 3 Teoria biomeccanica della competizione ENEA/RT/INN/ 1990/07

(9) A. Sacripanti - Biomecanica do judo competiqao aos metodos de treino nas diversas estrategias de competiqao I simp. de ciencias de disporto aplicadas ao judo Lisbona Portougal l991

(10) A. Sacripanti - Fondamenti di biomeccanica Ed. Filpjk Roma Italia l995

(11) A. Sacripanti - Biomeccanica degli sport di combattimento Ed. Filpjk Roma Italia l996

APÉNDICE II

No linealidad en el cuerpo humano

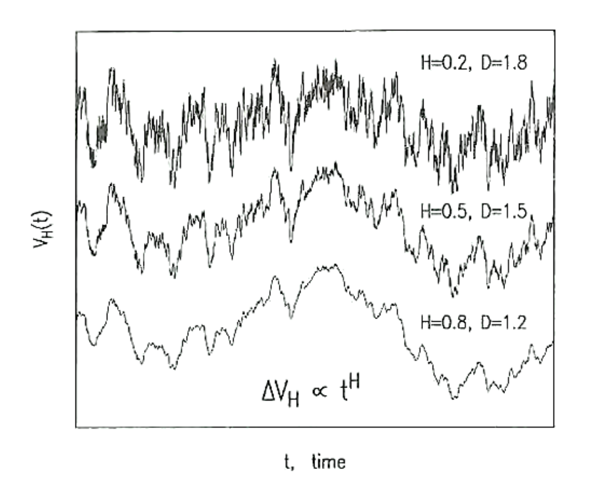
Movimiento y el hombre al final del camino aleatorio

Tabla de contenido

1. Introducción

Fractales en la fisiología del cuerpo humano

A partir del trabajo de Mandelbrot (1977), los fractales se asocian con mayor frecuencia a objetos geométricos irregulares que presentan autosimilitud. Esta propiedad se cumple en todas las escalas de un modelo idealizado, pero no es del todo cierta en el mundo real. En el cuerpo humano, varias estructuras anatómicas complejas presentan una geometría fractal. En nuestro lenguaje particular, las llamaremos "estáticas", en relación con la forma geométrica irregular definida de su diseño.



Muchas de estas estructuras autosimilares cumplen al menos una función fisiológica fundamental: el transporte rápido y eficiente a través de sistemas u órganos complejos distribuidos espacialmente. La geometría fractal también parece subyacer en aspectos críticos de las funciones mecánicas del corazón y la estructura cerebral. En el cuerpo humano, diversos sistemas orgánicos contienen estructuras fractales que facilitan la difusión de información (sistema nervioso) o la absorción de nutrientes (intestino). Todo esto demuestra la ubicuidad de los fractales "estáticos" en el cuerpo humano. El concepto fractal se encuentra en el cuerpo humano no solo como "estático", como en las estructuras geométricas irregulares, sino también en lo que en nuestro acuerdo especial llamaremos "cinemática". Estos fractales están conectados con los complejos procesos del cuerpo que generan fluctuaciones irregulares en múltiples escalas de tiempo. Podemos comprender mejor este comportamiento al representar gráficamente sus fluctuaciones en diferentes resoluciones temporales.

2. Dentro del Cuerpo

2.1. Dimensión Fractal: Autosimilitud y Auto afinidad

Dado que los fractales ocupan una posición intermedia entre el tema geométrico estándar con dimensiones enteras, pueden caracterizarse convenientemente por su dimensión fractal. Entonces, un parámetro importante que describe las estructuras geométricas fractales es la dimensión fractal, que generaliza la dimensión topológica habitual con valores enteros. Para cada estructura, se encontró empíricamente que la longitud total L varía como una potencia de la escala de longitud 1.

$$L(l) \propto l^{1-D} \quad (1)$$

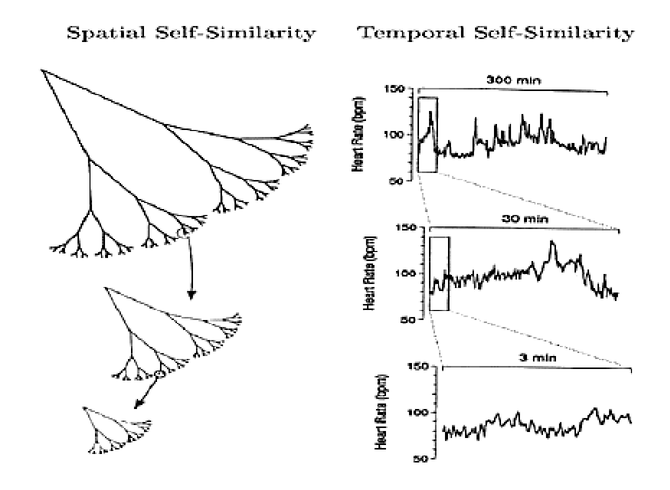
El parámetro D se denomina dimensión fractal de la curva. Otra forma de escribir la ecuación (1) es:

$$L(l) \propto N(l) \cdot l \Rightarrow N(l) \propto l^{-D} \quad (2)$$

Donde N(l) es el número mínimo de cajas con lado 1 necesarias para cubrir la curva fractal.

Hay varias generalizaciones de la dimensión fractal, posibles de encontrar en cualquier libro sobre fractales. Sin embargo, los datos suelen ser una secuencia de números reales (series de tiempo). En este caso, es posible que no tengamos información sobre los detalles del problema que llamamos Cinemática. Se supone que una dinámica determinista desconocida determina la serie temporal. Sin embargo, en condiciones generales, aún es posible reconstruir su espacio de fase y analizar el sistema "Cinemática". Esta es la base del análisis de series temporales no lineales. En efecto, podemos obtener de la ecuación dinámica del sistema una serie temporal aparentemente aleatoria que revela la estructura simple de la dinámica cuando se integra en R_2. Las dimensiones fractales, como se ve, pueden introducirse de varias maneras, cada una enfatizando un aspecto geométrico diferente del patrón. Una propiedad esencial de un fractal es su naturaleza

autosimilar. Por lo tanto, si magnificamos algún fragmento de dicho patrón (tanto geométrico estático como cinemático temporal), veríamos la misma estructura reproducida en una nueva escala. Además, si la copia en miniatura puede distorsionarse de otra manera, por ejemplo, ligeramente sesgada, en este caso, llamamos a esto cuasi-autosimilitud, auto afinidad. Un ejemplo popular de autosimilitud en muchos libros de texto es la trayectoria del movimiento browniano de una partícula. Aunque esta trayectoria es excepcionalmente irregular, muestra una notable invariancia. Si tomamos una pequeña región que contiene parte de la trayectoria y la ampliamos, el resultado sería muy similar a la trayectoria original completa. La siguiente figura muestra dos ejemplos de autosimilitud: el primero geométrico y el segundo temporal.



2.2. *Fractal como autoorganización geométrica*

Hablamos de autoorganización o, más precisamente, de comportamiento autoorganizado si cada parte del sistema complejo actúa de forma bien definida sobre el orden o configuración interna dada. Para demostrar matemáticamente la autoorganización, es posible, siguiendo la pista de Haken, Liupanov y otros, desarrollar una teoría muy general aplicable a una amplia gama de sistemas, que abarca sistemas sociológicos, físicos, químicos y biológicos.

Si la fuerza organizadora interna obedece a las ecuaciones de movimiento, en el caso general de los sistemas químicos, demostramos que la solución no es lineal si q_1 es función de la concentración de la sustancia química y el «efecto» es q_2. Para un sistema químico autoorganizado, es posible escribir:

$$\begin{cases} \dot{q}_1 = -\gamma_1 q_1 - a q_1 q_2 \\ \dot{q}_2 = -\gamma_2 q_2 - b q_1^2 \end{cases} \quad 3) \qquad q_2(t) \approx \frac{b}{\gamma_2} q_1^2 \qquad \dot{q}_1 = -\gamma_1 q_1 - \frac{ab}{\gamma^2} q_1^3 \quad 4)$$

Estas ecuaciones (3) muestran de forma sencilla que las estructuras autosimilares del cuerpo humano podrían generarse mediante reacciones químicas autoorganizadas no lineales (brownianas) (4). Si el sistema posee una escala de tiempo macroscópicamente infinitesimal, de modo que, durante cualquier DT en esa escala, todos los canales de reacción se activan muchas veces, pero ninguna de las funciones de propensión cambia apreciablemente, podemos aproximar el proceso discreto de Markov mediante un proceso continuo de Markov definido por la ecuación química de Langevin (EDC).

$$X_i(t+dt) = X_i(t) + \sum_{j=1}^{n} v_j a_j X(t) dt + \sum_{j=1}^{n} v_j a_j^{\frac{1}{2}} X(t) N_j(t) (dt)^{\frac{1}{2}} \quad (5)$$

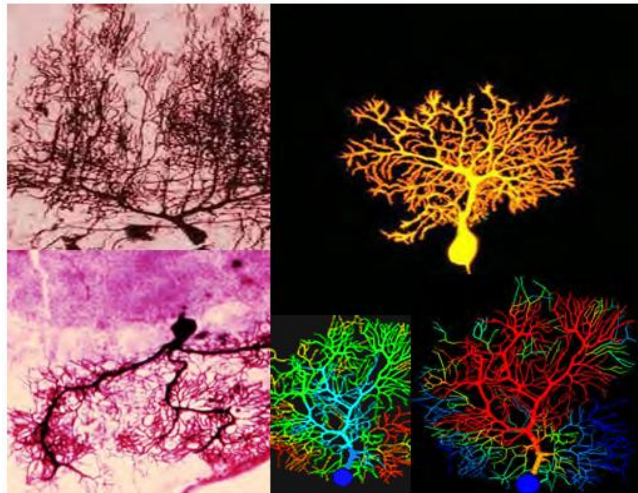
donde N1……Nm son M variables estándar independientes, estadísticamente no correlacionadas temporalmente, con media 0 y varianza 1. En las estructuras específicas del cuerpo humano, como el árbol de la arteria coronaria o las células de Purkinje en el cerebelo del corazón humano, esta autoorganización geométrica fractal proviene más fácilmente de la ecuación de Fokker-Plank correspondiente (5):

$$\dot{f}(q_u, q_s) = \left\{ \frac{\partial}{\partial q_u} \left(\gamma_u q_u + a q_u q_s \right) + \frac{\partial}{\partial q_s} \left(\gamma_s q_s - b q_u^2 \right) \right\} f(q_u, q_s) + + \frac{1}{2} \left(K_u \frac{\partial^2}{\partial q_u^2} + K_s \frac{\partial^2}{\partial q_s^2} \right) f(q_u, q_s) \quad (6)$$

Una ecuación de Fokker-Planck es más fácil de obtener en varios casos, como la dinámica de reacciones químicas, que la ecuación de Langevin correspondiente. Esta breve explicación muestra claramente que el paseo aleatorio o el límite

continuo del movimiento browniano son la base del fractal en la fisiología humana. Existen dos ejemplos bien conocidos de autoorganización fisiológica: el árbol de la arteria coronaria y las células de Purkinje en el cerebelo, que se muestran en las siguientes figuras:





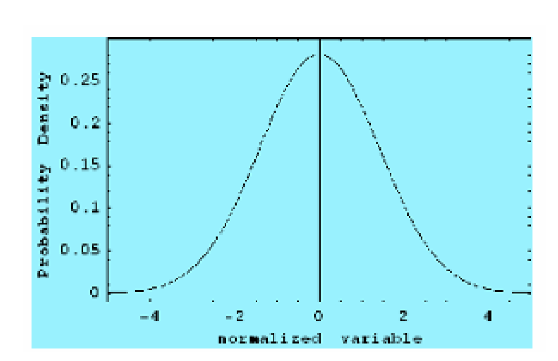
2.3. Ley de potencia inversa de Gauss y Pareto

En física, el azar está vinculado al concepto de probabilidad. Muchos procesos en la vida real son aleatorios, y su evolución dinámica es compleja de comprender desde un punto de vista determinista. La teoría de la probabilidad surgió para explicar el resultado de los juegos. Uno de los juegos más simples es lanzar una moneda, donde se puede obtener cara o cruz. Generalmente, el número de pruebas es finito y determinado (distribución binomial), pero más conocido es el caso límite de un número de pruebas infinito; Gauss realizó este análisis. En su forma indefinida, hoy podemos definir el mundo de Gauss como "simple", desde una perspectiva científica. En esta teoría (lineal), la salida es proporcional a la entrada. El álgebra es aditiva. La presencia de reglas simples produce un resultado simple del problema. Estos resultados son estables, el fenómeno es predecible, su resultado estable y la distribución final es gaussiana. En su forma matemática, la evolución del sistema se define mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{dX}{dt} = \mu X + \xi(t) \qquad (7)$$

En esta ecuación de Langevin, podemos ver que la fluctuación es simplemente aditiva. La curva de campana que define la distribución de Gauss es la conocida curva inversa simple de la distribución normal:

$$P(x) \propto e^{-\left[\frac{\mu}{D}x^2\right]} \qquad (8)$$



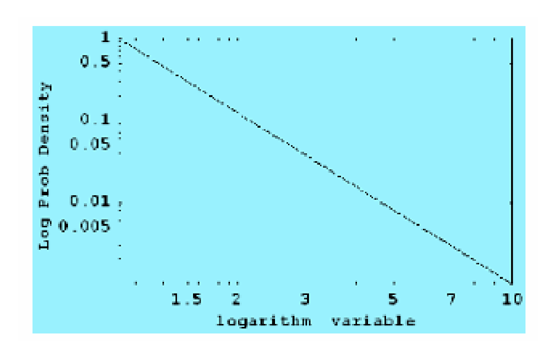
Pero una visión científica más compleja se vincula con un gran científico italiano poco conocido, salvo fuera del ámbito social y económico: Pareto. Mediante su ley, es posible describir una visión científica más compleja del mundo. Este mundo es no lineal, en el que pequeños cambios pueden producir una divergencia en las soluciones. Es un mundo multiplicativo en el que reglas simples producen resultados complejos. Los procesos son inestables, la previsibilidad es limitada y la

descripción de los fenómenos es tanto cualitativa como cuantitativa. La distribución de Pareto es también una distribución de ley de potencia inversa. En forma matemática, la evolución del sistema se define mediante la siguiente ecuación:

En este mundo más complejo, la fluctuación es multiplicativa y la distribución de la ley de potencia inversa de Pareto satisface la siguiente forma:

$$\frac{dX}{dt} = \mu X + \xi(t)X \qquad (9)$$

$$P(x) \propto \frac{1}{|x|^{1+\frac{\mu}{D}}} \qquad (10)$$



2.4. El camino/vía aleatorio y sus límites

Si consideramos un proceso estocástico que ocurre en el tiempo, por ejemplo, el movimiento de una partícula que salta aleatoriamente hacia adelante y hacia atrás; este ejemplo se conoce en el mundo científico como "camino aleatorio". Supongamos que observamos la probabilidad de que, tras n saltos, la partícula se encuentre en una posición m. En ese caso, sería común relacionar esta probabilidad en forma matemática discreta y escribir:

$$P(m;n+l) = w(m,m-l)P(m-l;n) + w(m,m+l)P(m+l;n) \qquad (11)$$

Esta ecuación de probabilidad discreta tiene dos límites significativos en su forma continua. El límite del via aleatoria con pasos infinitesimales e independientes se denomina movimiento browniano. La primera forma es el límite que explica con mayor precisión la dinámica de una sola partícula en el tiempo, y su forma matemática se conoce como ecuación de Langevin, del científico francés que la propuso en 1905.

$$\frac{dv(t)}{dt} = -\mu v(t) + \xi(t) \qquad (12)$$

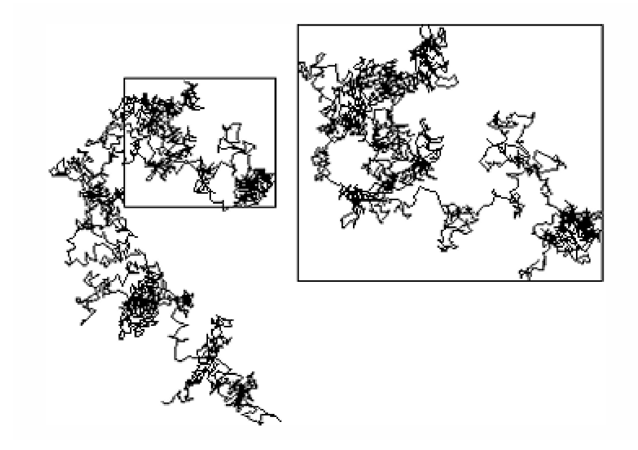


El primer término después de la igualdad es la disipación sufrida por la partícula. El segundo es la fluctuación estocástica que se le aplica. Si es de tipo gaussiano, esta disipación será cero en promedio a lo largo del tiempo. La segunda forma es el límite, que considera más el aspecto probabilístico global del proceso aleatorio analizado en el espacio de fases. Su forma matemática se conoce como ecuación de Fokker-Planck, de los dos científicos alemanes que la propusieron en 1930.

$$\frac{\partial P(v,t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial v}\left[-\mu v P(v,t)\right] + \frac{\partial^2}{\partial v^2} D P(v,t) \qquad (13)$$



La figura (que también muestra la propiedad de autosimilitud de este proceso aleatorio) muestra un ejemplo de un paseo aleatorio bidimensional o movimiento browniano de una partícula. Como se describió anteriormente, se ve desde dos perspectivas conceptuales diferentes según las dos ecuaciones límite anteriores.



2.5. Límite continuo de los rutas aleatorias fraccionarias

Una forma interesante de abordar sistemas complejos también se deriva de una perspectiva única de las rutas aleatorias. Se basa en incorporar esta complejidad, introduciendo memoria en los paseos aleatorios mediante diferencias fraccionarias. Esta generalización tiene los mismos límites significativos introducidos previamente. Supongamos que observamos con más atención el aspecto dinámico del proceso. En ese caso, es posible escribir una ecuación de Langevin fraccionaria generalizada e introducir el Movimiento Browniano Fraccionario. En forma matemática, es posible escribir:

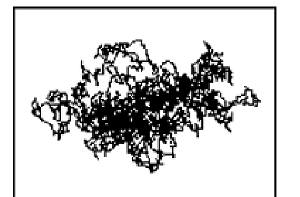
$$D_t^{\alpha}\left[X(t)\right]-\frac{X(0)}{\Gamma(1-\alpha)}t^{-\alpha}=\xi(t) \qquad (14)$$

El primer término es una derivada fraccionaria. El segundo está relacionado con la condición inicial del proceso. El tercero es siempre la fuerza aleatoria que actúa sobre la partícula. En este caso, es importante conocer el desplazamiento cuadrático medio de la partícula:

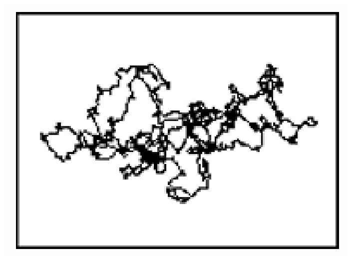
$$\left\langle\left[X(t)-X(0)\right]^2\right\rangle=\frac{\left\langle\xi^2\right\rangle}{(2\alpha-1)\Gamma(\alpha)^2}t^{2\alpha-1}\propto t^{2H} \qquad (15)$$

A partir de esta expresión, podemos entender que estamos en presencia de un proceso de difusión anómalo, identificado por el parámetro H, generalmente llamado parámetro de Hurst. En particular, este parámetro es independiente del tiempo. Describe el movimiento browniano fraccional con muestras anti correlacionadas para 0<H<½ y muestras correlacionadas para ½<H<1. Si H es = a ½, podemos hablar de movimiento browniano. Si, en general, H pudiera ser una función del tiempo. Recientemente, esta importante extensión se denomina movimiento browniano multifraccional.

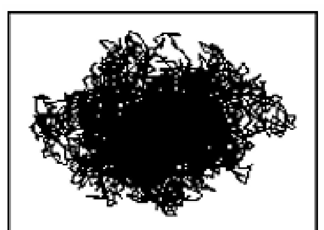
Esta importante generalización proviene de ciertas situaciones que ocurren en el campo de la turbulencia (Frisch, 1999) o de la biomecánica (Collins y De Luca, 1994). Se necesita un modelo más flexible que permita controlar la estructura de dependencia localmente y permitir que la trayectoria varíe regularmente con el tiempo. Movimiento browniano puro: el siguiente paso no está correlacionado con el paso anterior H = 0,5.



Movimiento browniano puro: el siguiente paso no está correlacionado con el paso anterior H=0,5



Movimiento browniano fraccional antipersistente: cada paso está correlacionado negativamente con el paso anterior $H<0,5$



Movimiento browniano fraccional persistente: cada paso está correlacionado positivamente con el paso anterior $H > 0,5$

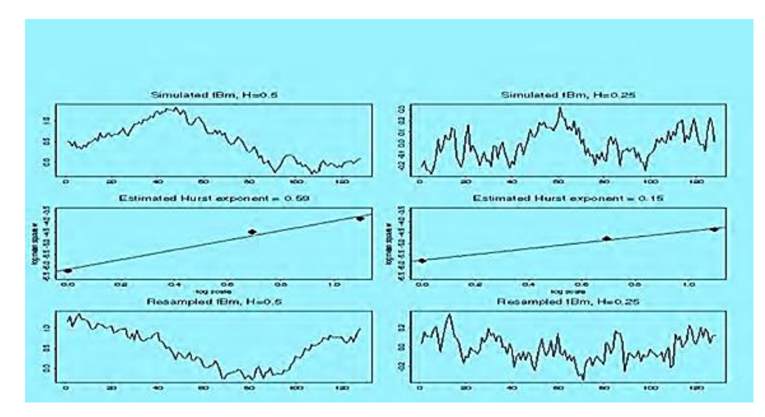
2.6. Series temporales: algunos ejemplos de respuestas corporales internas.

Muchos órganos del cuerpo humano podrían controlarse o analizarse mediante instrumentación que capta señales eléctricas de series temporales como respuestas del órgano específico. Por ejemplo, los datos de imágenes cerebrales generalmente pueden mostrar características fractales: autosimilitud y propiedades espectrales similares a 1/f (como la ley de potencia inversa de Pareto).

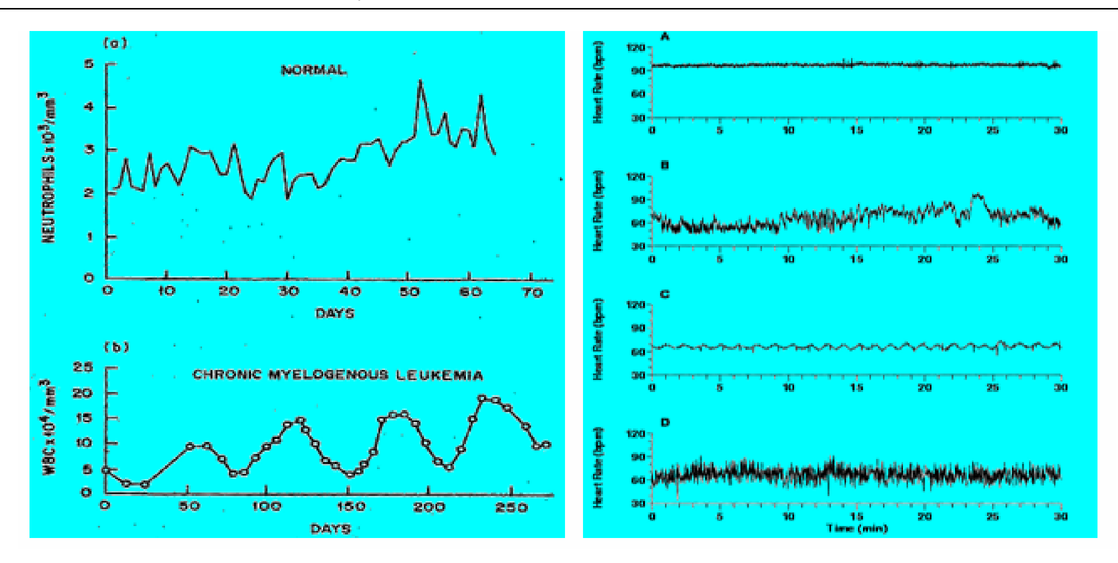
$$P_f \approx \left| f^{-\alpha} \right| \quad (16)$$

Series temporales normalmente autosimilares o invariantes en escala como EEG, ECG, tienen espectros de potencia similares a 1/f con estas clasificaciones aceptadas: si $a = 0$, el ruido es blanco; si $a = 2$, el ruido es marrón (caminata aleatoria); si $a = 3$, el ruido es negro (inundaciones del Nilo); si $0 < a < 2$, el ruido es rosa (J. S. Bach).

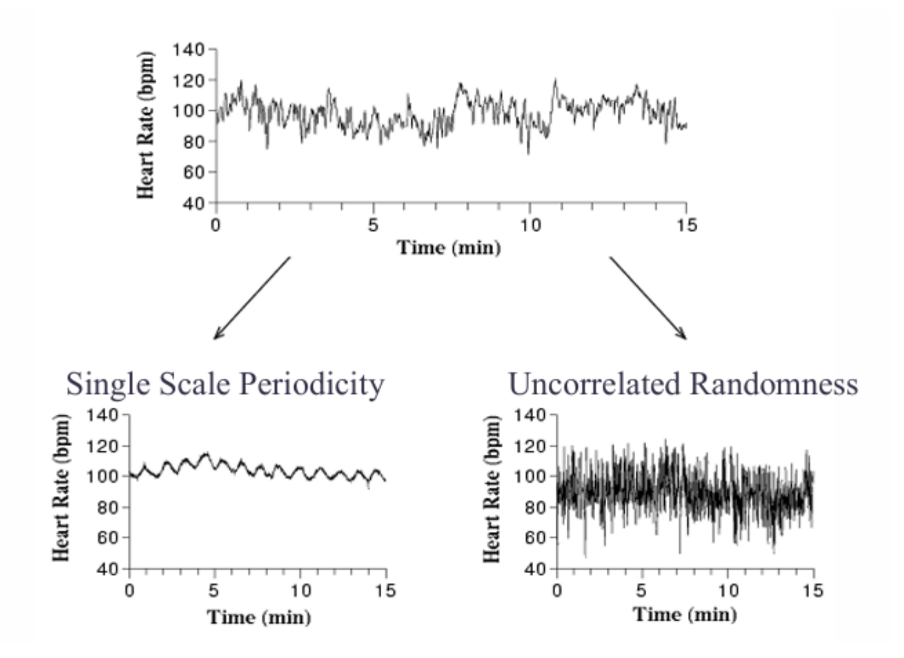
El movimiento browniano fraccional tiene covarianza parametrizada por el exponente de Hurst $0 < H < 1$. El exponente de Hurst, el exponente espectral a y la dimensión fractal (Hausdorf) FD están relacionados: $2H+1 = a$ o $2-H = FD$; por ejemplo, el movimiento browniano clásico tiene $a = 2$, $H = 0,5$ y $FD = 1,5$, como se ve rápidamente en la figura.



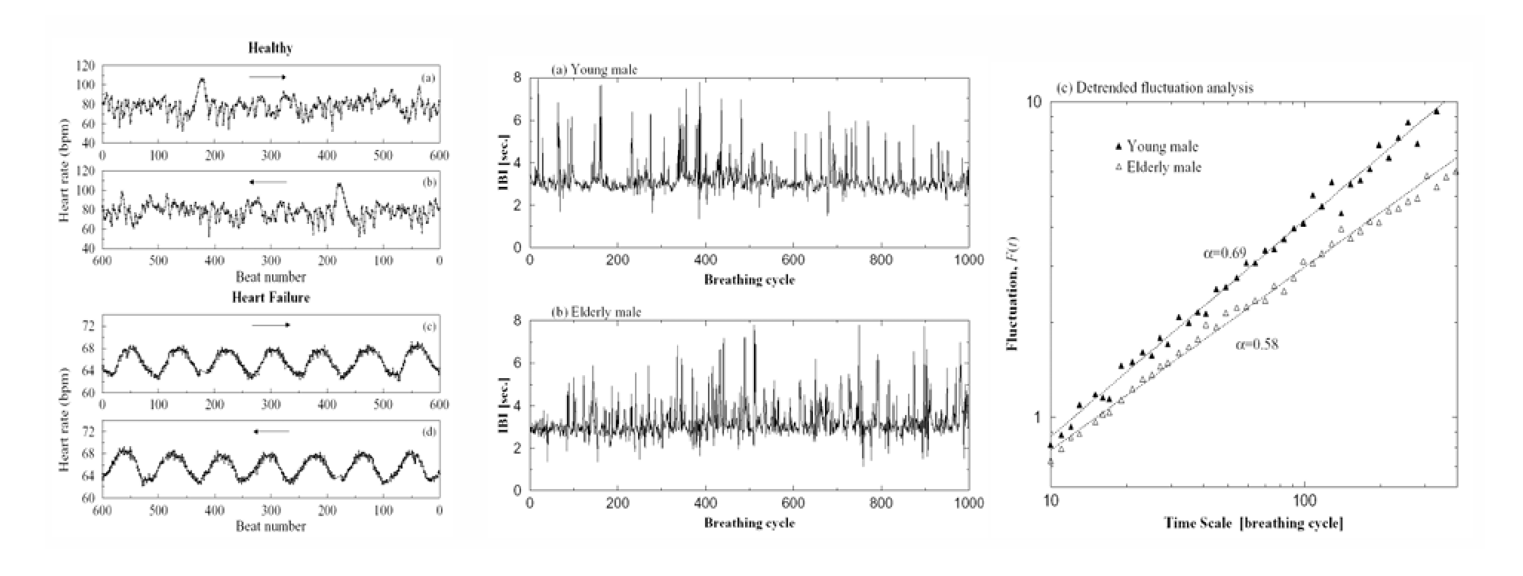
Las wavelets son la base natural para el análisis y la síntesis de los procesos fractales en el cuerpo humano. Se utilizan en el análisis de imágenes cerebrales, pero el mismo método podría aplicarse al análisis cardíaco. En las dos primeras figuras, podemos ver un ejemplo de enfermedades en los glóbulos blancos y la dinámica circulatoria. En las cuatro siguientes, respectivamente, se puede ver: un ejemplo de insuficiencia cardíaca congestiva grave, con la señal de un corazón sano; de nuevo, una insuficiencia cardíaca congestiva grave; y el último ejemplo, con la señal de una arritmia cardíaca, fibrilación auricular.



Otra propiedad atractiva de estas señales es que la complejidad fractal se degrada con la enfermedad. En el siguiente ejemplo, se puede observar la degradación de una señal desde la complejidad hasta un índice simplificado de enfermedad.



Otra hipótesis se relaciona con la irreversibilidad temporal de la señal. Esta irreversibilidad es máxima en dinámicas fisiológicas sanas, que presentan la mayor adaptabilidad. La irreversibilidad temporal disminuye con el envejecimiento y la enfermedad en la primera frecuencia cardíaca en la siguiente Respiración Humana: Pérdida de Correlaciones Fractales de Largo Alcance con la Edad.



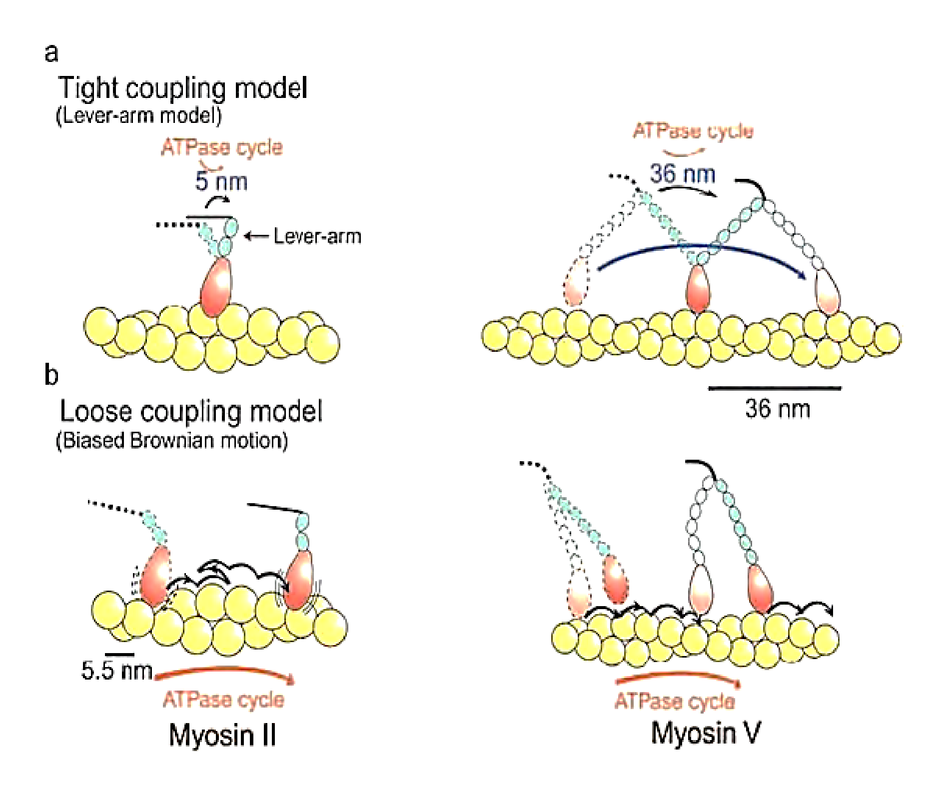
2.7. Trinquete [28] Browniano de Miosina (II) y la Contracción Muscular

Actualmente se sabe bien que el modelo del trinquete browniano ofrece una buena explicación del motor no procesivo[29], la Miosina II, que, utilizando la fluctuación térmica y la energía almacenada en la estructura del ATP, puede mover el filamento de actina a lo largo del mismo. Dos modelos son el modelo de carrera de potencia de Huxley y Simmons (brazo de palanca) y el trinquete browniano.

El problema radica en calcular la traslación real de la miosina para evaluar la exactitud del modelo. La traslación causada por el pivoteo del brazo de palanca sería de aproximadamente 5 nm. Las nuevas tecnologías para manipular un solo filamento de actina permiten probar el modelo del brazo de palanca, pero el desplazamiento varió considerablemente. Algunos informes han mostrado un desplazamiento de la miosina de aproximadamente 5 nm, consistente con el modelo del brazo de palanca.

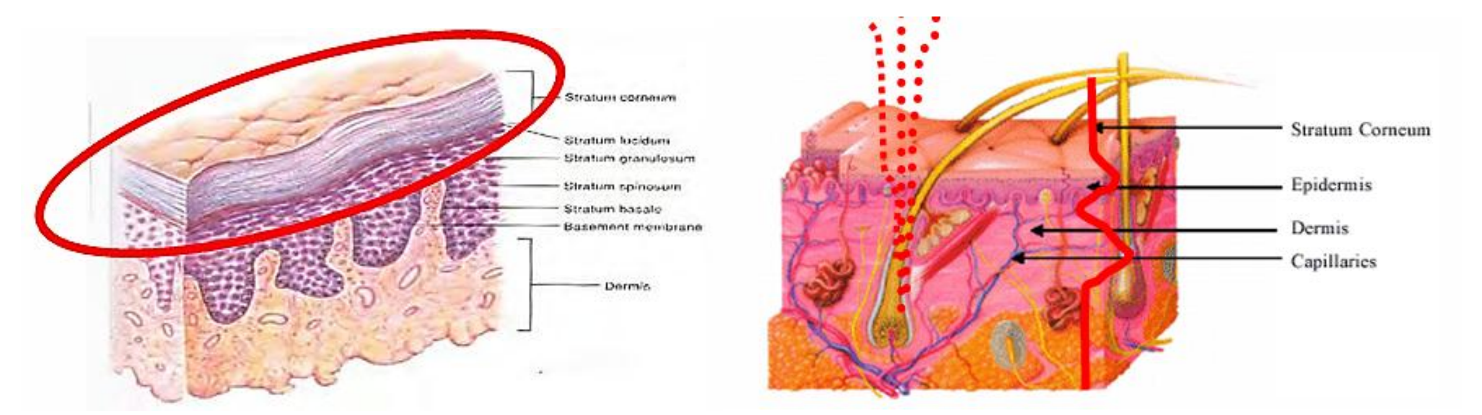
Sin embargo, otros han demostrado que, si la miosina se orienta correctamente respecto al eje del filamento de actina, como en el músculo, el valor aumenta a 10-15 nm, superando las predicciones del modelo. Para el modelo de trinquete, un problema radica en que la escala del movimiento es menor que la del movimiento browniano de las micro agujas, ya que la amplitud promedio se encuentra entre 30 y 40 nm. Yanagida et al. (2000) demostraron manipular una sola cabeza de miosina y medir los desplazamientos con una sonda de barrido. Este ensayo permitió medir los desplazamientos individuales de una sola cabeza de miosina con alta resolución. Los datos mostraron que una cabeza de miosina (II) se movía a lo largo de un filamento de actina con pasos mecánicos individuales de 5,5 nm. Grupos de dos a cinco pasos rápidos consecutivos a menudo pueden producir desplazamientos de 11 a 30 nm. Los subpasos similares observados mantienen un tamaño constante con los monómeros de actina repetidos (5,5 nm), independientemente de la fuerza. Dado que algunos subconjuntos son inversos, es más probable que una cabeza de miosina se mueva a lo largo de la repetición del monómero de actina mediante un movimiento browniano sesgado. En la siguiente figura, se puede observar para la miosina II y la miosina V, ambos modelos:

[28] Mecanismo que permite a un engranaje girar hacia un lado, pero le impide hacerlo en sentido contrario. Wikipedia.
[29] La procesividad implica que el motor experimenta múltiples ciclos catalíticos y avances mecánicos acoplados para cada encuentro difusional con su vía. Esto permite que motores individuales faciliten el movimiento de un orgánulo a lo largo de su vía.
- https://es.wikipedia.org/wiki/Motor_browniano



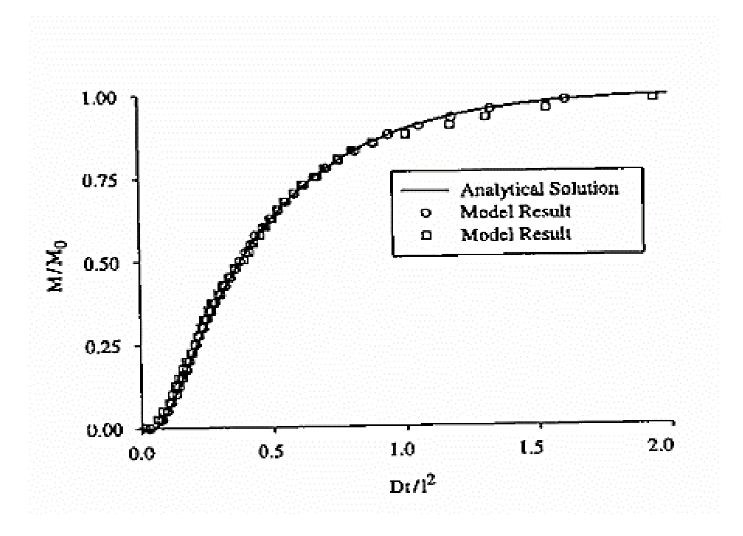
2.8. En el límite

En 2002, Frash presentó un modelo fascinante, el Modelo de Caminata Aleatoria de la Permeación de la Piel Humana. En este modelo, la piel, generalmente compuesta por diferentes materiales heterogéneos en la otra capa, se presentó inicialmente como una membrana homogénea: compuesta por el mismo material.



Normalmente, la longitud de trayectoria efectiva se define como el espesor de una membrana homogénea con propiedades de permeación idénticas a las de la piel. La difusión efectiva es la dispersión de una membrana homogénea con propiedades de permeación similares a las de la piel.

La siguiente figura muestra los emocionantes resultados de este modelo de paseo aleatorio de la piel humana. Simulaciones de paseo aleatorio para penetración de masa a través de SC con logKco_lip=0. Dcor/Dlip = 1.0/0.01



3. Fuera del Cuerpo

Como se mostró, los fractales geométricos y temporales son muy comunes en el cuerpo humano. Sin embargo, si recordamos que, incluso a nivel microscópico, el movimiento browniano es omnipresente, como el ADN, los motores moleculares de la familia de las siete miosinas, el control de la transmisión axonal, etc., esto significa que la base de la contracción muscular es browniana. Mediante el uso de músculos Scalextric, podemos explorar el exterior del cuerpo humano para descubrir otras interesantes manifestaciones del movimiento browniano. Sorprendentemente, existen numerosos procesos o situaciones aleatorias en las que se presentan movimientos brownianos: normales, fractales y multifractales. Los siguientes párrafos muestran algunos ejemplos interesantes.

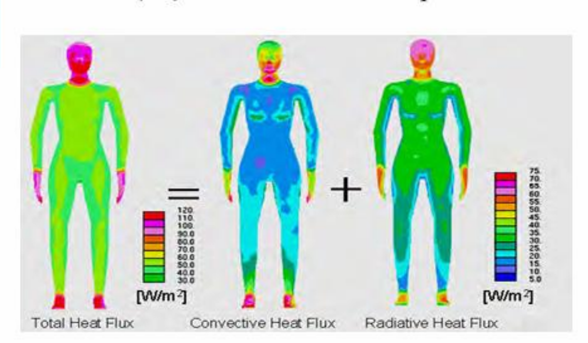
3.1. Fluctuación de la temperatura superficial del cuerpo.

Supongamos que la fluctuación de la temperatura superficial del cuerpo se analiza, por ejemplo, con una cámara térmica. En ese caso, podemos ver que la ecuación describe esta situación topológica en un estado estacionario, donde ζ (t) es la fluctuación aleatoria de la radiación incidente absorbida. Y ΔT(t) es la diferencia de temperatura de la superficie corporal en función del tiempo y la posición.

$$c_v \frac{d\Delta T(t)}{dt} + h\Delta T(t) = \zeta(t) \quad \text{(17) Langevin like equation}$$

$$\left\langle \left(E - \overline{E}\right)^2 \right\rangle = kT^2 c_v \quad \text{(18) Fluctuation in energy}$$

$$\left\langle (\Delta T)^2 \right\rangle = \frac{kT^2}{c_v} \quad \text{(19). Fluctuation in temperature.}$$



La ecuación anterior muestra que la fluctuación de la temperatura superficial del cuerpo humano es browniana. Sin embargo, la topología de la temperatura superficial medida con una termocámara revela rápidamente que esta es función del tiempo y la posición.

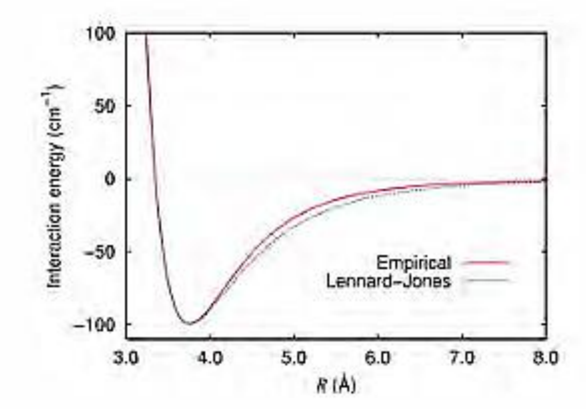
En el siguiente fotograma, la última consideración es obvia.



Supongamos que el cuerpo se mueve o trabaja sin control. En ese caso, la ecuación considerada en su conjunto podría adoptar esta forma en su evolución libre, captada por una cámara térmica:

$$c_v \frac{d^2 \Delta T(t)}{dt^2} + \left(h + \frac{dc_v}{dt} \right) \frac{d\Delta T(t)}{dt} - \frac{d\zeta(t)}{dt} = 0 \qquad (20)$$

Esta situación es compleja porque el calor específico C_v no es constante. Sin embargo, es una función altamente compleja, al menos en cuanto al tiempo, el espacio, los alimentos, la grasa y las dimensiones corporales. Sacripanti y sus colaboradores realizaron algunos trabajos en este campo para identificar la forma real de esta función hace unos diez años (1995-1997). Es un error o una primera aproximación identificar un número constante como calor específico para el cuerpo humano. En realidad, el cuerpo humano es un motor complejo con producción y dispersión continua de energía (el calor metabólico). En este caso, la función C_v, mejor llamada "inercia térmica del cuerpo", no es constante, sino una función compleja con la forma del potencial de Lennard-Jones.



Además, h, el coeficiente térmico, no es constante, pero su dependencia es mucho más compleja. Dado que para trabajos como la actividad regular o el movimiento deportivo no se controla la condición térmica, debe cumplir la siguiente relación experimental de Sacripanti:

$$S\sigma\varepsilon\left(\frac{T_s^4 - T_a^4}{t - t_0}\right) + 0.6n\frac{kS\mathrm{Re}^{0.8}\,\mathrm{Pr}^{0.33}}{l}\frac{T_i - T_a}{t - t_0} + \left\{ e^{-\frac{4S}{lh}\frac{T_s - T_b}{T_b - T_a}} \right\}$$
$$\left\{ \left[0.132\varepsilon_h \frac{4S^2 k\,\mathrm{Re}^{0.8}\,\mathrm{Pr}^{0.33}}{hl^2}\frac{(T_s - T_a)^{1.2}}{T_a^{0.2}(t - t_0)} \right] + \left[0.16(1 - \varepsilon_h)\frac{4S^2 D\lambda\,\mathrm{Re}^{0.8}\,Sc^{0.33}}{Rl^2 h}\left(\frac{M_s e_s}{T_s} - \frac{M_a e_a}{T_a} \right)\frac{(T_{vs} - T_{va})^{1.2}}{T_{va}^{0.2}(t - t_0)} \right] \right\}$$
$$\left\{ e^{-(0.2\varepsilon^2 + 0.5\varepsilon - 0.7)\frac{\lambda P - \sum}{\lambda P}} - 1 \right\} = \frac{dO_2}{dt}$$

En las siguientes figuras, se observan algunos termogramas de una técnica de judo, tomados con una termocámara por el autor y sus colaboradores (1989). La emisión térmica se relacionó con el consumo de oxígeno mediante la relación de Sacripanti.









3.2. Equilibrio humano: Centro de Presión (CP) vs. Centro de Masa (CM)

En equilibrio estático, la proyección del CM (centro de masa) y el CP (centro de presión) se encuentran en el mismo plano. En la vertical, el CP coincide, como modelo proporcional, con la proyección del CM sobre el suelo. Ambos movimientos son similares, pero el movimiento del CP siempre es más significativo que el movimiento de la proyección del CM. Esto se puede ilustrar en Biomecánica utilizando un modelo simple: el péndulo invertido (Winter, 1998; Pedotti, 1987) para el equilibrio anterior-posterior. El péndulo gira alrededor de la articulación del tobillo. Tomamos como origen del sistema cartesiano la fuerza que actúa sobre el pie mediante la plataforma de fuerza en el punto (-ζ, η), el CP. El sistema se describe mediante la aproximación newtoniana mediante las ecuaciones:

$$\begin{aligned} m\ddot{y} &= F_y \\ m\ddot{z} &= F_z - mg \\ I\ddot{\alpha} &= \eta F_z + \zeta F_y - mgL\cos\alpha \end{aligned} \quad (22)$$

La componente Fz es la misma fuerza que se obtiene de las lecturas de los transductores de fuerza. Para una ligera desviación alrededor del eje z vertical, podemos sustituir cosα por y/L. En una primera aproximación, también podemos establecer Fz = mg.

Entonces, la ecuación final será:

$$y - \eta \approx \left(\frac{\zeta}{g} + \frac{I}{mgL} \right) \ddot{y} \quad (23)$$

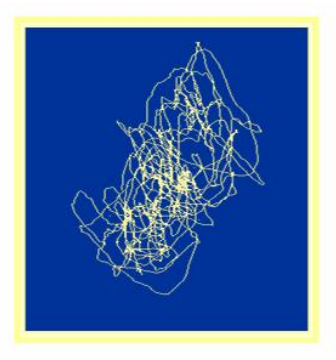
Después de una sencilla manipulación y poniendo la ecuación en términos del ángulo π/2- α = θ, obtenemos:

$$\ddot{\alpha} - \left(\frac{mgL}{I} \right) \alpha = 0 \quad (24)$$

Esta ecuación, por supuesto, describe una situación inestable; el péndulo invertido se vuelca. Sin embargo, este procedimiento clásico no explica las características de los paseos aleatorios de las coordenadas estáticas del COP. Estas pueden definirse mediante la ecuación de Hastings y Sugihara (1993), que combina un paseo aleatorio con un término de fricción, como una ecuación de Langevin:

$$dx(t) = -rx(t)dt + dB(t) \quad (25)$$

Aquí dB es el ruido no correlacionado con media cero



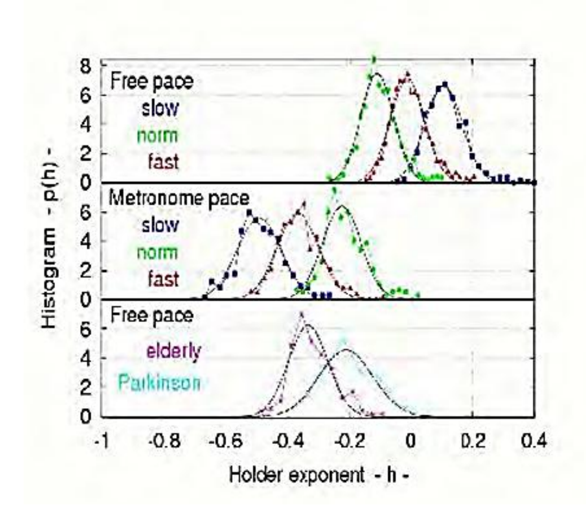
Posturogram- Random Walk of the COP coordinates.

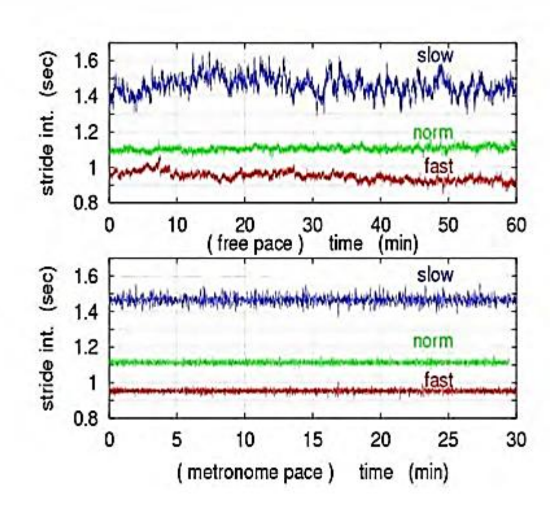
3.3. Multifractales en la Marcha Humana

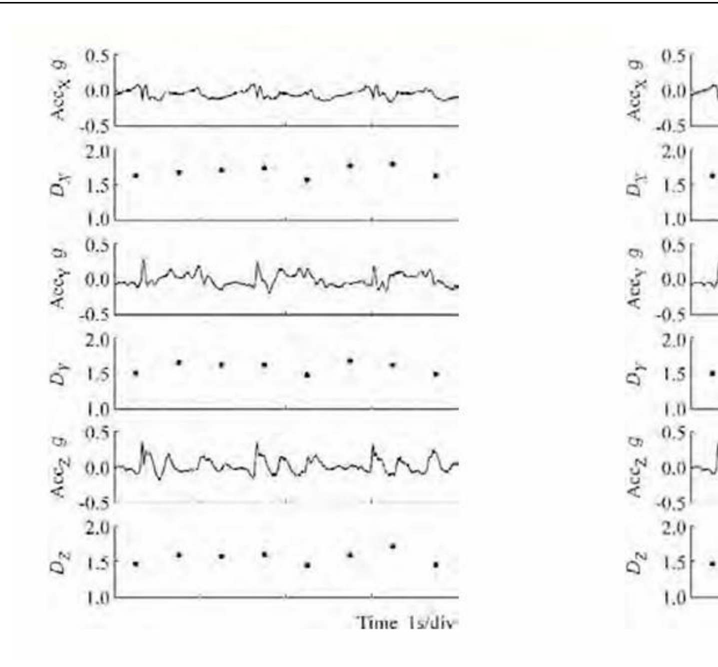
Caminar es una actividad voluntaria muy compleja. El patrón típico que muestran las series temporales de intervalos de zancada sugiere mecanismos neuromusculares particulares que pueden modelarse matemáticamente. Hausdorff incorporó la naturaleza fractal de las series temporales de zancada en humanos a un modelo dinámico mediante un modelo estocástico. Ashkenazi et al. ampliaron posteriormente este modelo para describir el análisis de la dinámica de la marcha durante el envejecimiento. El modelo consistía esencialmente en una caminata aleatoria en una cadena correlacionada de Markov o de corto alcance. Cada nodo es neuronal y dispara un potencial de acción con una intensidad particular cuando el caminante aleatorio lo solicita. Este mecanismo genera un proceso fractal con aspectos multifractales.

El exponente temporal de Holder depende paramétricamente del rango de pasos del caminante aleatorio. El análisis multifractal de la marcha también se utiliza para estudiar la dinámica fractal del movimiento corporal en pacientes con problemas o enfermedades específicas del envejecimiento, como el párkinson o la hemiplejia post-ictus. En las siguientes figuras, podemos observar:

- La variación del exponente de Holder dependiente del tiempo, con la amplitud del paso del caminante a ritmo libre y ritmo de metrónomo a diferentes velocidades.
- La diferencia en la serie temporal se produce por el ritmo libre y el ritmo de metrónomo a diferentes velocidades.
- Las señales de aceleración relativa y los valores fractales correspondientes en pacientes con ictus y Parkinson.



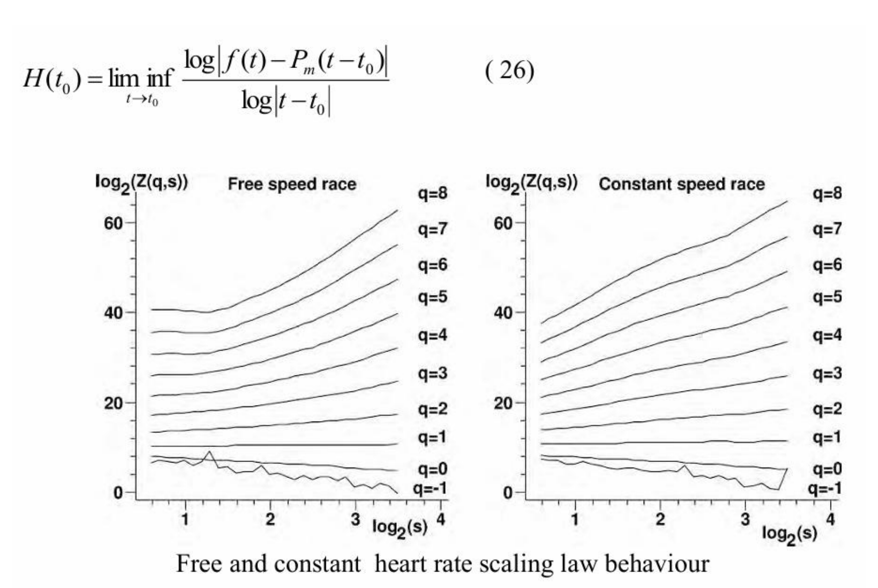




4. Del Movimiento Habitual al Movimiento Deportivo

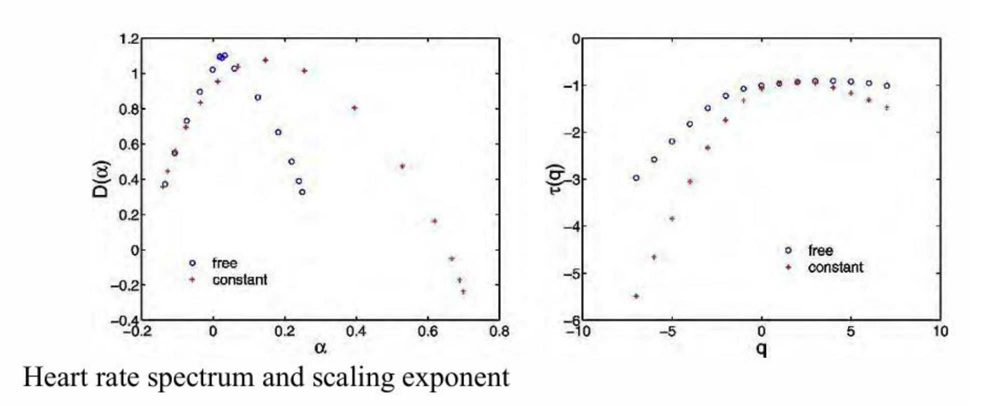
4.1. Multifractales en el Entrenamiento de Carrera

Billat et al. compararon y analizaron la naturaleza fractal de las señales fisiológicas: frecuencias cardíaca y respiratoria, y consumo de oxígeno en carreras de larga distancia (2001-2002-2004). Hoy en día, las carreras de media y larga distancia se caracterizan por la variabilidad de la velocidad. Las estadísticas muestran que, si se consideran los tres últimos récords mundiales de media y larga distancia, se puede observar que la velocidad varía un 5 %. En las carreras, la variación de la velocidad y la elección de la velocidad óptima implican una compleja interacción entre factores fisiológicos y psicológicos. Utilizamos el análisis multifractal en la biomecánica de la carrera para clasificar las señales que presentan un comportamiento aproximado. Cuantificamos este comportamiento calculando el exponente de Holder mediante análisis multifractal. Las siguientes ecuaciones proporcionan la fórmula del exponente:



$$H(t_0) = \liminf_{t \to t_0} \frac{\log|f(t) - P_m(t - t_0)|}{\log|t - t_0|} \quad (26)$$

Free and constant heart rate scaling law behaviour



Heart rate spectrum and scaling exponent

4.2. Deportes de situación

En Biomecánica del Deporte, resulta interesante clasificar el deporte para estudiar el rendimiento atlético. Existen numerosas clasificaciones posibles, por ejemplo, en función del gasto energético durante el rendimiento. Sin embargo, una de las más útiles es la clasificación biomecánica según el movimiento fundamental realizado durante la práctica. Esta clasificación permite identificar el movimiento complejo fundamental que debe medirse mediante una disciplina científica específica, ya sea en su conjunto o en términos de amplitud de paso. Alternativamente, este movimiento fundamental podría ser el objetivo de un grupo de expertos, como fisiólogos deportivos, neurólogos, biomecánicos, ingenieros, entrenadores o técnicos. Esta clasificación busca encontrar el enfoque observacional específico para resolver el problema mediante modelos mecánicos o matemáticos, tanto cualitativos como cuantitativos. Esta clasificación permite agrupar todos los deportes en cuatro familias principales.

✓ Deportes Cíclicos

Todos los deportes en los que el movimiento básico se repite continuamente, como la marcha, la carrera, el ciclismo de maratón, la natación, etc.

✓ Deportes Acíclicos

Hay deportes en los que el movimiento básico se aplica solo una vez en la ejecución. Por ejemplo, lanzamiento de disco, lanzamiento de peso, lanzamiento de martillo, salto con pértiga, salto de altura, salto de longitud, triple salto, salto de esquí, lanzamiento de jabalina, etc.

✓ Deporte de Ciclismo Alternativo

Son todos los deportes en los que dos movimientos básicos se aplican alternativamente en el tiempo, como 110 vallas, 400 vallas, carreras de obstáculos y golf.

✓ Deporte de Situación

Son todos los deportes con presencia del adversario. Estos deportes se pueden dividir en dos clases (sin contacto y con contacto), y cada clase en dos subclases: deportes duales y deportes de equipo. Los primeros son el tenis y el ping pong, y como deportes de equipo, encontramos el voleibol y el vóley playa. Los últimos, en los que los atletas pueden contactar entre sí, son los deportes de lucha: judo, boxeo, lucha libre, karate, etc., y como deportes de equipo, el fútbol, el baloncesto, el fútbol americano, el waterpolo, el hockey, etc.

Los deportes de situación son aquellos en los que es imposible encontrar un patrón de movimiento repetible para cada juego específico. Para cada competición, el movimiento es un proceso aleatorio. No hay un movimiento fundamental ni detallado durante la acción. Sin embargo, estos movimientos repetibles solo se pueden encontrar durante la interacción

entre atletas. La forma correcta de analizar estos macrofenómenos es estudiarlos en dos pasos: movimiento e interacción con movimientos básicos y repetibles. Resulta sorprendente que el movimiento de cada clase de estos deportes pueda asociarse con uno de los movimientos brownianos que mostramos anteriormente. Consideremos para cada deporte el patrón básico de movimiento de un gran número de partidos desde una perspectiva estadística, siguiendo el enfoque gaussiano clásico. De esta manera, se observa rápidamente que el movimiento pertenece a las clases de movimiento browniano.

4.3. Deporte dual con contacto

Consideramos una pareja de atletas como un solo sistema. El movimiento del centro de masa del sistema está determinado por una fuerza aleatoria de empuje-tracción. Esto, en fórmulas, se puede expresar como:

$$\varphi(t) = u\sum_j \delta(t - t_j) \qquad (27)$$

El sistema está aislado, no hay fuerzas externas menos las fuerzas aleatorias de empuje y tracción, entonces la ecuación de movimiento será una ecuación de Langevin (Sacripanti 1992), y es posible escribir:

$$F = ma = -\mu v + u\sum_j (\pm 1)_j \delta(t - t_j) = F_a + F' \qquad (28)$$



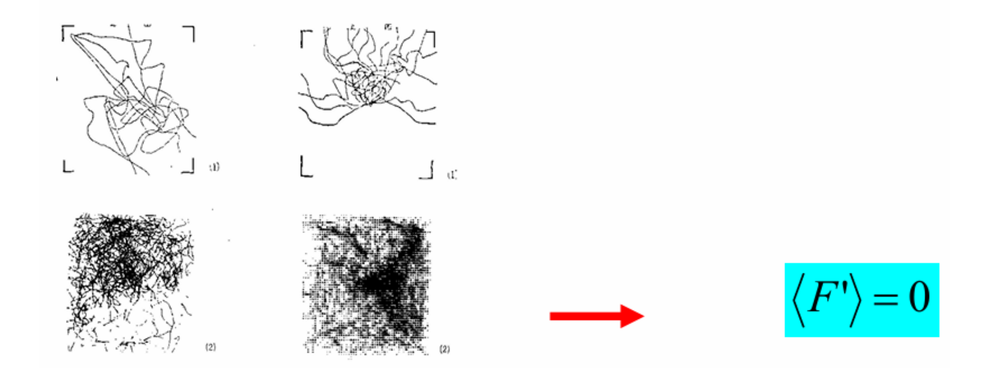
Considerando el conocido trabajo de Smoluchovski sobre el Movimiento Browniano, la física que produce la evolución aleatoria de la competición nos permite obtener la probabilidad básica de este proceso markoviano. Entonces, para deportes duales, es posible obtener, a partir de la probabilidad de transición Q, las soluciones de la Probabilidad Condicional. Estas, en el límite de tiempo infinito, dan la probabilidad de encontrar un atleta entre x y x + dx en el tiempo t. En forma matemática, podemos escribir:

$$Q(k,m) = \frac{1}{2}\delta(m, k-1) + \frac{1}{2}\delta(m, k+1) \qquad (29)$$

que genera la solución:

$$P(n|m,s) = \frac{s!}{\left(\frac{v+s}{2}\right)!\left(\frac{v-s}{2}\right)!}\left(\frac{1}{2}\right)^s \qquad (30)$$

La prueba experimental de este modelo se basa en trabajos japoneses sobre el campeonato mundial de 1971. En la siguiente figura se observa la suma de los patrones de movimiento de 1, 2, 7 y 12 competiciones de judo. Es evidente que la fluctuación aleatoria no tiene una dirección preferente a lo largo del tiempo. Esto significa que $\langle F' \rangle = 0$ y que el movimiento de los sistemas del centro de masa es browniano.



4.4. Movimiento Browniano Activo

El movimiento en un deporte de equipo se modela mejor mediante el movimiento Browniano activo propuesto por Ebeling y Schweitzer, que considera la absorción de oxígeno de las partículas y su consumo del entorno.

Una partícula con masa m, posición r, velocidad v, fuerza autopropulsora conectada a un depósito de almacenamiento de energía e(t); fricción dependiente de la velocidad γ(v), potencial parabólico externo U(r) y ruido F(t) podría satisfacer la siguiente ecuación de Langevin, que podría escribirse:

Esta es la ecuación del sistema de movimiento para el movimiento Browniano activo.

$$m\,\partial_t \mathbf{v} = d_2\, e(t)\ \mathbf{v} - \gamma(\mathbf{v})\,\mathbf{v} - \nabla U(\mathbf{r}) + F(t) \qquad (31)$$
$$\partial_t \mathbf{r} = \mathbf{v}$$

El análisis del depósito de energía (para *q(r)* = *q*0), que son condiciones constantes especiales, da el siguiente resultado, después de algunos cálculos, en términos de coeficiente no lineal de fricción:

$$\gamma(\mathbf{v}) = \gamma_0 - \frac{d_2\, q_0}{c + d_2\, \mathbf{v}^2} \qquad (33)$$

Estos datos pueden especializarse para personas que juegan juegos en equipo, como se muestra en las páginas siguientes.

4.5. Deporte de equipo

En el primer modelo de Sacripanti, en relación con los deportes de situación dual, el centro de masas de los sistemas de un par de atletas es un movimiento browniano clásico. Esto significa que no existe una dirección particular en sus patrones de movimiento. en el caso de un deporte de equipo, la situación es completamente diferente. Existe, en promedio, una dirección preferencial única en el patrón de movimiento, y cada atleta no se encuentra en equilibrio estable como un par de sistemas. En este caso, es necesario adoptar un modelo diferente para el movimiento, como el movimiento browniano activo propuesto por Ebeling y Schweitzer, para considerar el consumo de oxígeno del entorno. En este caso particular, es posible escribir para la variación del depósito de energía: $\frac{dE(t)}{dt} = \dot{V}(t) - \eta(v^2)Kv^2E(t)$

Supongamos que la energía E(t) varía lentamente. La ecuación anterior puede simplificarse con base en las siguientes consideraciones: $\frac{dE(t)}{dt} \approx 0$ $\dot{V}(t) \cong \overline{V}(t)$

Entonces es posible obtener el valor particular de la energía E, (t), es decir, $E_0 = \frac{\overline{V}}{\eta K v^2}$

la ecuación consigue un término kE0v como lo muestra Ebeling, el coeficiente de fricción, en este caso será:

$$\gamma_v = \gamma_0 + E_0 \equiv \gamma_0 - \frac{k\overline{V}}{\eta k v_0^2} = \gamma_0 - \frac{\overline{V}}{\eta v_0^2} \qquad (34)$$

Además, considerando la posible interacción contra el adversario, ya sea colisión o evasión, podemos presentar el segundo modelo de Sacripanti. Basándonos en el modelo de Ebeling y Schweitzer y la ecuación de Helbing, la siguiente ecuación de tipo Langevin, propuesta en el segundo modelo de Sacripanti, explica: movimiento, consumo de oxígeno, energía cinética de la absorción y posible interacción mecánica como maniobras de colisión y evasión.

$$ma = \left(\gamma_0 - \frac{\overline{V}}{\eta v^2}\right)v(r,t) + \frac{m}{t}\left[v^0 e(t) - v_1\right] + \theta k(r_{1,2} - d_{1,2})N_{1,2} + $$
$$+ A_{1,2}N_{1,2}e^{\left(\frac{r_{1,2}-d_{1,2}}{B}\right)}\left[\lambda_1 - (1-\lambda_1)\frac{1+\cos\varphi_{1,2}}{2}\right] + u\sum_j(\pm 1)\delta(t-t_j) \qquad (35)$$

En forma compacta, es posible escribir:

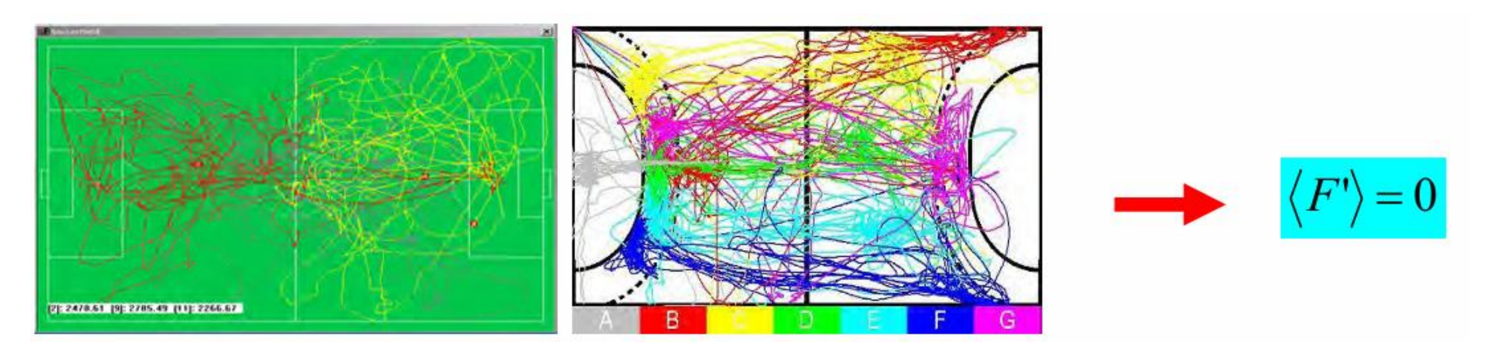
$$ma = -\gamma_v v + F_{acc} + \left[\Sigma F_1 + \Sigma F_2\right] + u\sum_j(\pm 1)\delta(t-t_j) =$$
$$= -\gamma_v v + F_{acc} + \left[\Sigma F_1 + \Sigma F_2\right] + F' \qquad (36)$$

El modelo de solución propuesto por Ernest podría modelar la dirección preferida específica en los patrones de movimiento de los deportes de equipo. Sin embargo, con una modificación particular, es posible modelar la probabilidad básica de este proceso Markoviano (el juego) en función de la estrategia de ataque específica utilizada. En efecto, para los deportes de equipo, es posible escribir la probabilidad de transición Q en función de la estrategia de ataque α. El parámetro α puede variar de 1 a 5, con los siguientes significados: 1 = ataque relámpago; 2 = pases profundos; 3 = maniobras; 4 = ataque con pases horizontales; 5 = Melina. La solución de la probabilidad condicional P está relacionada con el límite del valor medio en el tiempo para encontrar al atleta entre x y x + dx en el tiempo t, en las fórmulas:

$$Q(k,m) = \frac{R^\alpha + k}{2R^\alpha}\delta(m,k-1) + \frac{R^\alpha - k}{2R^\alpha}\delta(m,k+1)$$
$$con -1 \le \alpha \le 5 \qquad (37)$$
$$\langle m(s)\rangle_{av} = \sum_m mP(n[m,s) = \left(1 - \frac{1}{R^\alpha}\right)\langle m(s-1)\rangle_{av}$$

En las siguientes cuatro figuras, es posible observar que, a pesar de la dirección preferencial presente en cada patrón de movimiento, desde el punto de vista estadístico (suma de varios patrones de movimiento de varios juegos) y de juegos por equipos, la fluctuación aleatoria no tiene una dirección preferencial a lo largo del tiempo.
Esto significa que $\langle F' \rangle = 0$ y el movimiento global también, en este caso, es browniano.





5. Conclusiones

A partir de este artículo se desprende que todos los sistemas complejos autoorganizados, especialmente los biológicos, como el cuerpo humano, se describen mejor mediante ecuaciones evolutivas no lineales que se manifiestan en sus formas estática, cinemática y dinámica (fractales).

La única conexión entre estos diferentes aspectos es el Movimiento Browniano generalizado en todas las formulaciones conocidas: clásica, fraccionaria, activa, etc.

Sus resultados, desde los fractales hasta los multifractales, nos confirman, a la luz de nuestro conocimiento, que la dinámica browniana es uno de los modelos básicos de los alfabetos matemáticos de la vida.

6. Bibliografía

(1) Billat V. et al. Fractal analysis of Speed and Physiological Oscillations in long-and Middle distance Running Effect of training Int. Juor. Of Computer Science in Sports Vol 2 (2003) 16-30,

(2) Gaspard P. Brownian motion, dynamical randomness and irreversibility New Juor. of Physics 7 (2005)77.

(3) Marques de Sà J. Fractals in Physiology Universitade do Porto 2001

(4) Ebeling, Schweitzer Active Brownian Particles with energy depots modelling animal mobility BioSystems 49 (1999) 17-29

(5) Lakoba et al. Modifications of the Helbing-Molnar-Farkas-Vicsek social force model for pedestrian evolution Simulation 1 (2005) 339-352.

(6) Klimontovich Yu. Nonlinear Brownian motion Physics- Uspekhi 37 (1994) 737-767

(7) Castellanos-Moreno Movimiento browniano activo mediante velocidades estocástica. Revista Mexicana de física 49 (2003) 429-438.

(8) Schweitzer Active Brownian particles with internal energy depot Traffic and granular flow Springer Berlin 2000 161-172.

(9) Schweitzer Active motion of Brownian particles Stochastic process in Physics Chemistry and Biology Springer Berlin 2000 97-107.

(10) Ebeling Nonlinear Brownian motion mean square displacement Condensed matter physics 7 (2004) 539-550

(11) Morters & Peres Brownian Motion Draft version May 2006

(12) Rudnick Lectures on Random walks 2001

(13) Ebeling et al. Klimontovich's contributions to the kinetic theory of nonlinear Brownian motion and new developments journal of physics 11 (2005) 89-98

(14) Nelson Dynamical Theories of Brownian motion Princeton University second edition 2001

(15) Faris Lectures on stochastic processes 2001.

(16) Bruce&Gordon Better Motion prediction for people tracking Paper 2002

(17) Montemerlo & Wittaker conditional particles filter for simultaneous mobile robot localization and people tracking. IEEE (ICRA) 2002

(18) Silver-Torn Investigation of lower limb tissue perfusion during loading. Journal of rehabilitation research and development 35 (2005) 597-608

(19) Sekine et al. Fractal dynamics of body motion in patients with Parkinson's disease. Journal of neural engineering 1 (2004) 8-15

(20) Akay et al. Fractal dynamics of body motion in post-stroke hemiplegic patients during walking. Journal of neural engineering 1 (2004) 111-116

(21) Yanagita & Iwane A large step for Myosin pnas 97 (2000) 9357-9359

(22) Verdier Rheological properties of living materials from cells to tissues. Journal of theoretical medicine 5 (2003) 67-91.

(23) Frank Stochastic feedback, non-linear families of Markov process and nonlinear Fokker Planck equations. Physica A 331 (2004) 391-408.

(24) Quian The mathematical theory of molecular motor movement and chemomechanical energy transduction. Journal of mathematical chemistry 27 (2000) 219-234-

(25) Borg Review of nonlinear methods and modelling 1. Biosignal projects 2002.

(26) Scafetta et al. Holder exponent spectra for human gait. Physica A 328 (2003) 561-583

(27) Goldberger et al. Fractals dynamics in physiology: alterations with disease and ageing pnas 99 (2002) supplement 1

(28) Coeurjolly Identification of multifractional Brownian motion. Paper 2004

(29) Benassi et al. identifying the multifractional function of a Gaussian process Statistics and probability letters 39 (1998) 337-345.

(30) Lauk et al. Human balance out of equilibrium nonequilibrium statistical mechanics in posture control Physical review letters 80 (1998) 413-416.

(31) Maciejewski et. al. The impact of autonomous robots on crowd behavior. Colorado state university 2003

(32) Belair et al. Behavioral dynamics for pedestrian. Final draft 2003

(33) Sacripanti et Al. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport dicombattimentoin remote sensing: Progress report N° 2 " Intercomparazione operativa" ENEA-RT- INN / 90/06

(34) Sacripanti. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing: Progress report N° 3 " Teoria biomeccanica della competizione". ENEA-RT- INN/ 90 / 07.

(35) Sacripanti et Al. Serie -Valutazione del costo energetico degli sport di combattimentoin remote sensing: Progress reports N°4/5. " Stima dell'effetto schermo del judogi "ENEA-RT- INN / 91 / 50.

(36) Sacripanti et Al.Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing:Progress report N° 6"Valutazione dell'effetto schermo del judogi "ENEA-RT-INN /91/ 51

(37) Sacripanti, Dal Monte, Rossi. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing: Progress report N° 7. “Man-environment, heat - exchange equations a new thermodynamic approach” Eighth meeting of the European Society of Biomechanics Rome 92 ENEA-RT- INN/ 92/ 08.

(39) Sacripanti et Al. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing: Progress report N° 8. “New trends in the judo and wrestling biomechanics research” Eighth meeting of the European Society of Biomechanics ENEA-RT- INN/ 92/ 09

(40) Sacripanti et Al. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing: Progress report N° 9 “Physical work and thermal emission “X International Symposium of Biomechanics in Sport - Italy 1992 ENEA-RT- INN/ 92/ 1

(41) Sacripanti, Dal Monte, Rossi. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing: Progress report N° 10 “Man-Environment heat exchange equation, evolution and improvement” ENEA-RT- INN/ 93/ 32

(42) Sacripanti et Al. Serie - Valutazione del costo energetico degli sport di combattimento in remote sensing: Progress report N° 11 “ Apparato sperimentale e procedura esecutiva “ENEA-RT- INN/ 94/ 15

(43) Sacripanti Biomeccanica del Judo ed mediterranee 1989

(44) Sacripanti Biomeccanica degli Sport ed il vascello 2004

(45) Mc Garry Sport competitions as a dynamical self-organizing system. J. of Sp Sci. 20 2002

(46) Pers Errors and mistakes in automated player tracking computer video workshop 2003 .

(47) Bloomfield et alt. Temporal pattern analysis and his applicability in soccer. The hidden structure of interaction. IOS Press 2005

(48) Yamamoto et al. On the fractal nature of heart rate variability in humans: effects of vagal blockade. The American physiology society 1995

(49) Tempaku Random Brownian motion regulates the quantity of human immunodeficiency virus type1 (HIV-1) attachment and infection of target cell. Journal of health science 51 (2005) 237 241.

(50) Deligneres et al. Time interval production in tapping and oscillatory motion. Human movement science 23 (2004) 87-103

(51) Burggren & Monticino Assessing physiological complexity. The journal of experimental biology 208 (2005) 3221-3232.

(52) Westfreid at al. Multifractal analysis of heartbeat time series in human race Applied and computational harmonic analysis 18 (2005) 329-335.

(53) Frasch, A Random Walk Model of Skin Permeation. Risk Analysis.Vol.22, No.2, 2002

(54) A. Schätzlein, G. Cevec. Non-uniform cellular packing of the stratum corneum and permeability barrier function of intact skin: a high-resolution confocal laser scanning microscopy study using highly deformable vesicles (Transfersomes). Br. J. Dermatol.138, 1996

APÉNDICE III

A. Pasculli°, A. Sacripanti*.

°Universidad A. D'Annunzio Chieti Italia

*ENEA Roma Italia - Universidad de Roma II "Tor Vergata"´FIJLKAM

Cómo cambian los atletas durante los combates

Patrones de judo en competiciones en biomecánica computacional e indicación de la estrategia de combate

Índice de Contenido:

- **Introducción**

En este Apéndice, se analizará en toda su complejidad el movimiento de los atletas sobre el tatami como el lugar geométrico del Centro de Masa (CM) de un par de sistemas atléticos. En este libro, ocasionalmente se presenta una descripción no lineal de sistemas complejos, lo que muestra el límite de la aproximación lineal.

Los tres apéndices muestran la complejidad objetiva bajo la aproximación lineal: nuestro mundo es un sistema complejo; el cuerpo humano es el sistema más complejo a nivel global. El judo es un deporte complejo entre los deportes de situación, el más complejo en nuestra vida diaria.

Solo en la actualidad, los científicos pueden abordar orgánicamente los sistemas complejos no lineales. Sin embargo, estamos en el primer paso de un largo y hermoso camino. Estos tres apéndices mostrarán algunas de las dificultades presentes en los sistemas complejos no lineales, como en un jugador de judo.

Primero, se estudiarán las posiciones de pie (posición inicial antes del combate), considerando la conexión entre el Centro de Presión (CPO) y el movimiento del CM. El error que suelen cometer los neurofisiólogos al estudiar cualitativamente la fBm, debido a la elipse que cubre la curva COP, se analiza a la luz de la aproximación geométrica no lineal.

Posteriormente, se estudiará un modelo de movimiento 2D sobre el tatami mediante un enfoque computacional.

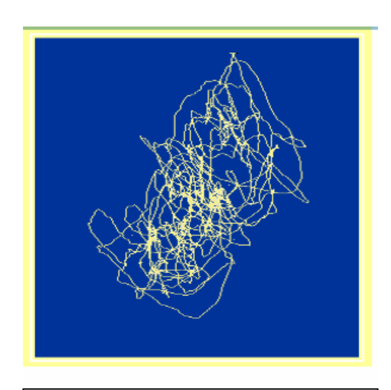
Finalmente, se analiza la extrapolación al movimiento natural tridimensional del CM y su conexión con la segunda ley macroscópica de Newton, aplicable a todos, describiendo los cambios de un par de atletas y sus interacciones.

- **La posición inicial**

La posición inicial no es una posición de pie; se pueden aducir varias razones para explicar esta particularidad. En primer lugar y fundamentalmente, la postura erguida vertical es relativamente tardía desde un punto de vista filogenético. Esto podría explicar la posición de la pelvis humana, que no está completamente adaptada a la bipedestación. Esta anomalía provoca una desalineación vertical de las articulaciones y los centros de masa segmentarios, lo que produce fuerzas de

cizallamiento horizontales alrededor de las articulaciones para estabilizar estos segmentos. Dado que una contracción muscular no puede desarrollar un nivel de fuerza constante a lo largo del tiempo, el momento de fuerza resultante alrededor del CM no puede ser constante. Por lo tanto, el CM se acelera necesaria y permanentemente.

En segundo lugar, además de esta causa muscular, la gran inercia del cuerpo erguido también impide que el COP produzca desplazamientos horizontales comparables del CM. Como resultado, se observa una brecha horizontal entre la proyección vertical del CM y el COP. En consecuencia, se aplica al CM una aceleración horizontal y, por lo tanto, una fuerza horizontal, variable en amplitud y dirección. Como se muestra en el Apéndice II, es posible describir el COP mediante el movimiento browniano y el movimiento browniano fraccional, considerando el tiempo de parada del movimiento del COP.



Posturograma de COP

Collins y de Luca fueron los primeros en proponer, en 1993, este método para interpretar las trayectorias de COP. En el enfoque fBm, presentado inicialmente por Mandelbrot y van Ness en 1968, cualquier serie temporal puede considerarse una combinación de mecanismos deterministas y estocásticos. El concepto desarrollado mediante fBm es, de hecho, una generalización del trabajo de Einstein. Este principio demostró que un proceso estocástico se caracteriza por una relación lineal entre los desplazamientos cuadráticos medios < x² > y los intervalos de tiempo crecientes t, en la fórmula:

$$\langle x^2 \rangle = 2D\Delta t \qquad (1)$$

El principio general del marco fBm es el aspecto de una trayectoria. Este principio, expresado en función del tiempo, puede cuantificarse mediante una dimensión espacial entera o fraccionaria no finita, lo que proporciona una medida cuantitativa de la uniformidad de la trayectoria. En forma matemática, es posible escribir:

$$D_t^{\alpha}[X(t)] - \frac{X(0)}{\Gamma(1-\alpha)} t^{-\alpha} = \xi(t) \qquad (2)$$

Donde el primer término es una derivada fraccionaria, el segundo está relacionado con la condición inicial del proceso. El tercero siempre es la fuerza aleatoria que actúa sobre el COP. En este caso, es vital conocer el desplazamiento cuadrático medio del punto:

$$\langle [X(t) - X(0)]^2 \rangle = \frac{\langle \xi^2 \rangle}{(2\alpha - 1)\Gamma(\alpha)^2} t^{2\alpha-1} \propto t^{2H} \qquad (3)$$

A partir de esta expresión, es posible comprender que nos encontramos ante un proceso de difusión anómalo. Identificado por el parámetro de Hurst. En particular, este parámetro es independiente del tiempo y describe el movimiento browniano fraccional con muestras anti correlacionadas para 0<H<1/2 y con muestras correlacionadas para ½<H<1. Si H es = ½, podemos hablar de movimiento browniano.

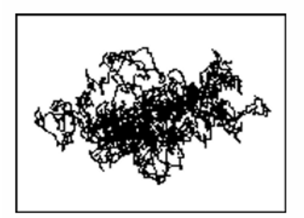
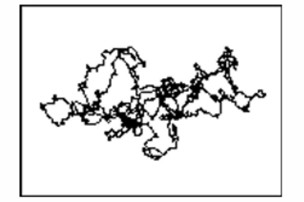
- ***Error de aproximación lineal del neurofisiólogo.***



Normalmente, muchos parámetros relacionados con los desplazamientos del COP en la posturografía se describen típicamente a través del rendimiento postural del sujeto. La superficie del COP (elipse con un 90% de confianza, véase la Fig. 1) evalúa el rendimiento del sujeto. Cuanto menor sea la superficie, mejor será el rendimiento. La longitud del COP indica la variación neta de la fuerza muscular, lo que permite evaluar el control postural. Las coordenadas de la posición promedio del COP en el eje medio/lateral o eje X (media del COP en X) y el eje anteroposterior o eje Y (media del COP en Y) indican la distribución de las presiones plantares.

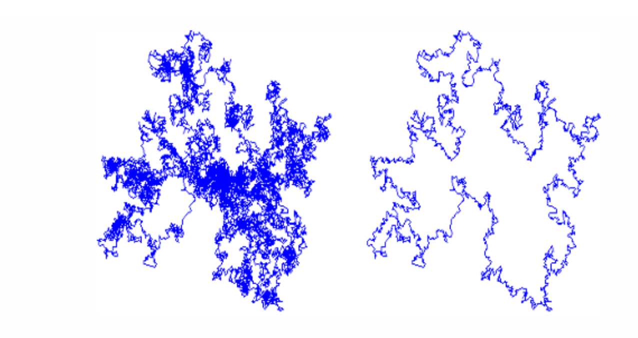
Pero el error está relacionado con la evaluación simplificada de la superficie. En general, la superficie fBm podría ser una función del tiempo; esta generalización se denomina movimiento browniano multifractal. Por lo tanto, con base en la variación del parámetro de Hurst, es posible tener tres tipos de movimientos brownianos (Como se puede ver en el Apéndice II):

1. Movimiento browniano puro: el siguiente paso no está correlacionado con el paso anterior, H = 0,5. Difusión browniana.
2. Movimiento browniano fraccional anti persistente: cada paso está correlacionado negativamente con el paso anterior, H < 0,5. Difusión browniana Ipo.
3. Movimiento browniano fraccional persistente: cada paso está correlacionado positivamente con el paso anterior, H > 0,5. Difusión browniana Iper.


Entonces, es posible tener la misma superficie con tres densidades de curva diferentes dentro de la elipse de confianza.

La mejor manera de identificar el área superficial de la curva COP es calcular el perímetro. Sin embargo, la elipse de confianza es una superficie bidimensional, mientras que el límite de un movimiento browniano es una curva de 4/3 D.



El movimiento de la proyección de la cupla del centro del

- **El movimiento de la proyección de la cupla del centro del atleta**

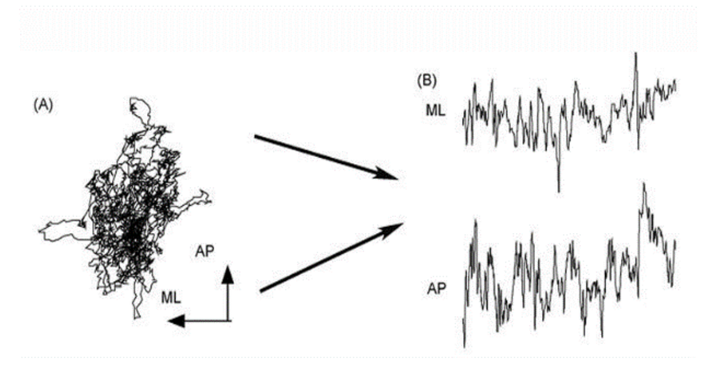
En un sistema de dos atletas, tras agarres estabilizados, el movimiento de proyección del CM de la pareja sobre la colchoneta pertenece a la clase de movimientos brownianos. Se trata de un movimiento de masa corporal (fBm) 2D (véase el Apéndice I) equivalente a los dos fBm realizados por las proyecciones del CM de cada atleta. El fBm es un movimiento complejo, fractal, y presenta la propiedad de autosimilitud (véase el Apéndice II).

En ese caso, la dimensión fraccionaria D, junto con un único eje, está relacionada con el exponente de escala de Hurst H, ya que D = 1 — H para el caso presente. Gráficamente, este régimen de escala H corresponde a la semipendiente de las porciones de línea. Constituyen un variograma (desplazamientos cuadráticos medios $< x^2 >$ en función del intervalo de tiempo creciente) representado logarítmicamente. Denominamos al posturograma anterior para la condición estática y variograma para la dinámica. El variograma, en ese caso, viene dado por la fórmula:

$$\left\langle \left[X(t) - X(0) \right]^2 \right\rangle \approx t^{2H} \qquad (4)$$

Y requiere un gráfico logarítmico:

La siguiente figura muestra la descomposición de una trayectoria de combate fBm 2D en dos fBm 1D.



Como se muestra en los apéndices I y II, el variograma muestra las trayectorias de movimiento de la proyección CM del sistema cupla sobre el tatami durante uno o más combates.

Este movimiento 2D puede reconstruirse mediante un modelo original en biomecánica computacional, creado específicamente para este libro. Es importante destacar que el movimiento de los loci es un fBm conectado a dos fBm, cada uno para cada luchador.

- **Desplazamiento de los atletas en la biomecánica computacional.**

Evaluación numérica

Esta evaluación tiene como objetivo formular una estrategia numérica para evaluar las trayectorias razonables de los atletas, vinculada, de forma simplificada como primer paso, a la teoría previamente discutida. Los supuestos fundamentales se introducen y describen a continuación.

Tabla:

a. Se supone que los dos atletas están ubicados en los dos extremos de una barra;
b. La barra puede girar alrededor de su punto medio, considerado como el baricentro del par del atleta;
c. La longitud de la barra oscila de forma armónica-aleatoria;
d. El centro de la barra (baricentro de la pareja) se mueve aleatoriamente.

Por lo tanto, el movimiento de los dos atletas se simula mediante el movimiento aleatorio de un círculo pulsante y giratorio. Con una masa igual a la suma de las de ambos atletas y cuyo diámetro variable depende tanto de la longitud de sus brazos como del grosor de sus hombros. En todas las simulaciones numéricas siguientes, se asume un peso total de 140 kg y un rango de diámetro de 0,2 a 0,8 m. De lo anterior se deduce que el movimiento global de un solo atleta se supone como la composición vectorial de tres movimientos elementales diferentes:

- movimiento aleatorio del centro de la "pareja de atletas",
- rotación aleatoria alrededor del centro;
- oscilación aleatoria hacia el centro.

Cabe destacar que los tres movimientos elementales se caracterizan por un *comportamiento aleatorio*.

El movimiento del "centro de la cupla" se caracteriza, en cada paso, por una dirección elegida aleatoriamente (en 360 grados). A lo largo de la dirección seleccionada, se calcula el desplazamiento, suponiendo un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado. La duración del movimiento se evalúa, de nuevo, mediante un método de generación de números aleatorios. Más detalladamente, el desplazamiento del centro de acoplamiento, junto con la dirección elegida, se evalúa mediante la siguiente ecuación:

$$m\frac{d\mathbf{v}}{dt} = -\beta\mathbf{v} - m\frac{(\mathbf{v}-\mathbf{v}_a)}{\tau} + \mathbf{P} - \mathbf{A}e^{-|x|/b} + \mathbf{L} \qquad (5)$$

La masa total de la cupla del atleta es la velocidad vectorial. El tiempo de relajación necesario para alcanzar la "velocidad objetivo" $\mathbf{v_a}$, **P** la fuerza de empuje, A exp (−lxl / b) es un término global relacionado con la estrategia de distancia límite, mientras que **L** es la fuerza aleatoria de Langevin. Este tipo de fuerza se introduce mediante la elección aleatoria de la dirección y la longitud del desplazamiento del "centro de la pareja" antes del siguiente cambio de dirección. Por lo tanto, el comportamiento determinista de este tipo de movimiento se simula mediante la solución de la siguiente ecuación escalar:

$$m\frac{dv}{dt} = -\left(\beta + \frac{m}{\tau}\right)v + \left(\frac{mv_a}{\tau} + P - Ae^{-|x|/b}\right) \quad (6)$$

¿Cuya solución fácil es?

$$\Delta s = \frac{c}{a}\Delta t + \left(\frac{v_0}{a} - \frac{c}{a^2}\right)\left(1 - e^{-a\Delta t}\right) \quad (7)$$

Donde △s es el desplazamiento total del "centro de la pareja" durante el intervalo de tiempo △t, ¿debería añadirse una función táctica? La estrategia depende de las características del jugador. Se han desarrollado algunas realizaciones numéricas de las posibles trayectorias de los atletas, pertenecientes a un conjunto estadístico construido mediante el enfoque descrito anteriormente. En la Fig. 1, se muestra cómo se simulan los movimientos de los atletas mediante el movimiento, la rotación y la pulsación de los "círculos de la pareja de atletas", representados en rojo. Los atletas se ubican en los extremos de los diámetros rojos, mientras que las trayectorias de uno de ellos se indican con líneas negras.

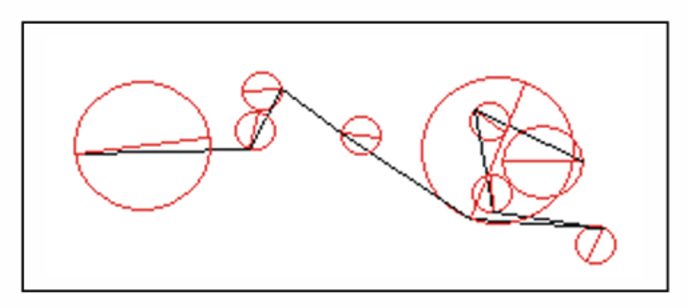


Fig. 1 Movements of the "athletes couple "

En la Fig.2 se presenta un único juego relacionado con una posible realización perteneciente a un supuesto conjunto estadístico.

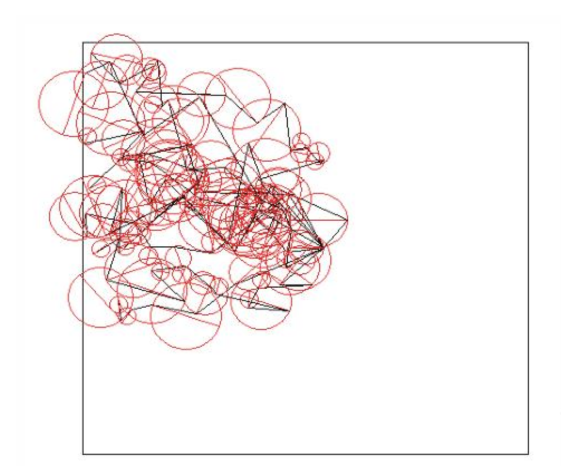


Figura 2. Único juego relacionado con una posible realización perteneciente a un supuesto conjunto estadístico.

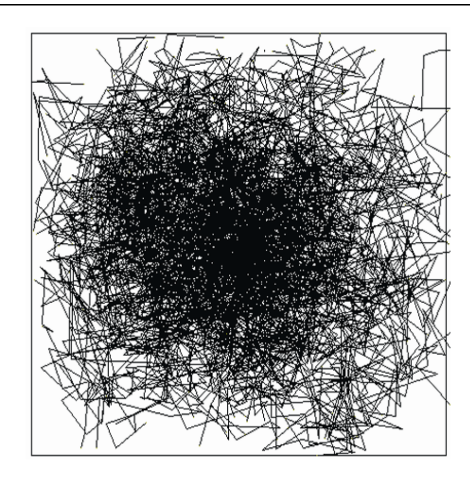


Figura 3. superposición de las trayectorias de un mismo atleta, perteneciente al mismo conjunto estadístico, en relación con 16 juegos virtuales diferentes

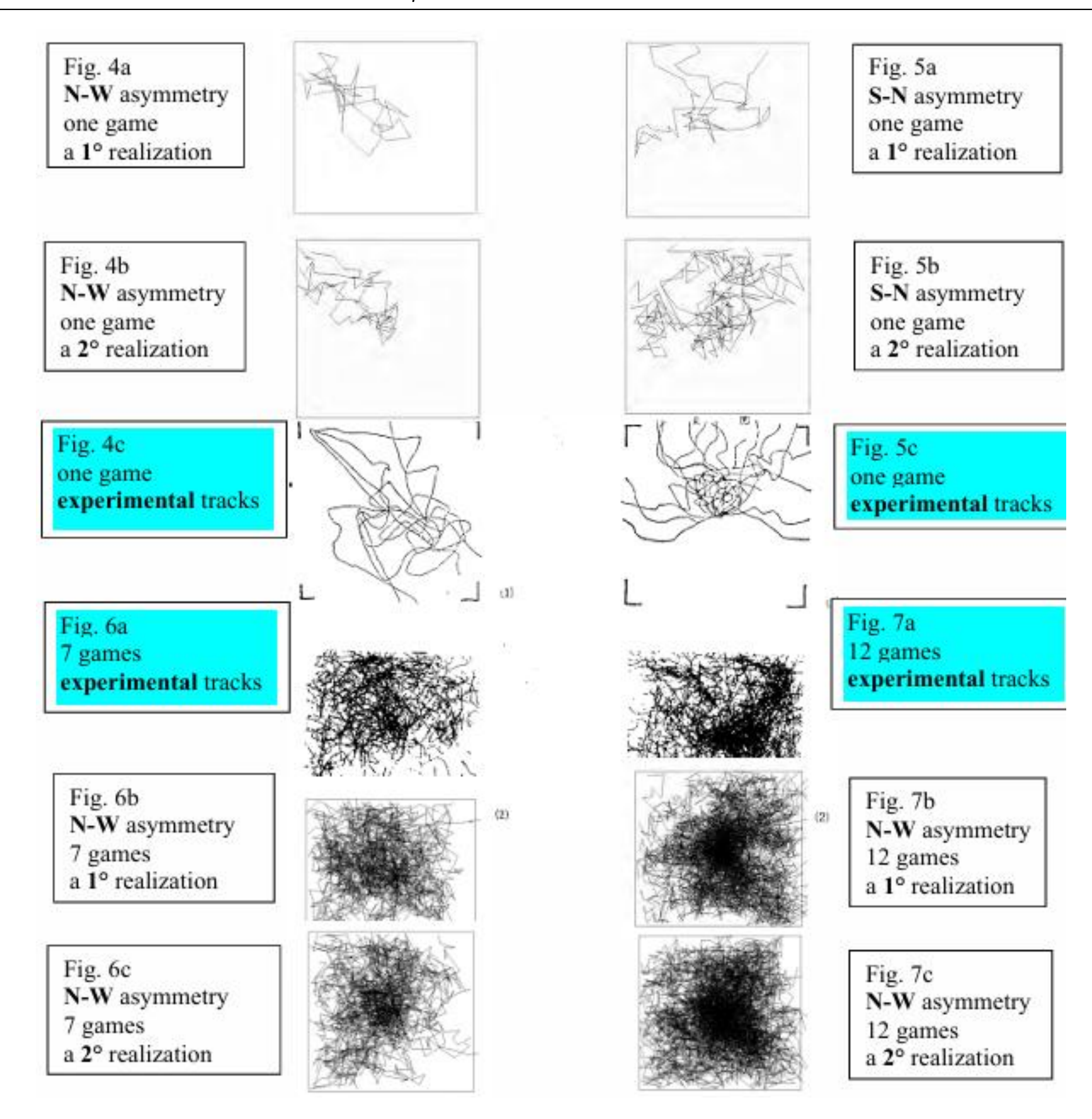
La figura 3 muestra una superposición de las trayectorias de un mismo atleta, perteneciente al mismo conjunto estadístico, en relación con 16 juegos virtuales diferentes. El conjunto se basa en el supuesto de simetría completa.

En las figuras 4a y 4b se presentan dos realizaciones diferentes de las trayectorias de un solo atleta, pertenecientes al mismo conjunto estadístico, en relación con un solo partido. El conjunto se construye suponiendo una asimetría suave en la dirección N-O. La figura 4c muestra las trayectorias registradas de un partido real. Además, en las figuras 5a y 5b se presentan otras dos realizaciones diferentes de las trayectorias de un solo atleta, pertenecientes al mismo conjunto estadístico, en relación con un solo partido. Este nuevo conjunto se creó superponiendo una asimetría suave en la dirección S-N. La figura 5c muestra las trayectorias registradas de un partido real. Las figuras 6a, 6b y 6c, y las figuras 7a, 7b y 7c muestran la superposición de 7 y 12 trayectorias individuales con superposiciones de partidos reales. Es importante destacar que los cambios en algunos parámetros descritos anteriormente permiten describir diferentes trayectorias reales. Otro punto esencial para destacar es la presencia de permanencia espacial en las pistas (Figs. 4a, 4b y 4c, en particular). Dado que las pistas dependen de movimientos aleatorios, la permanencia espacial podría estar relacionada con el movimiento browniano fraccional (fBm) de las pistas (pistas reales).

Como vimos anteriormente, una característica esencial del modelado fBm para cada luchador es la presencia de correlaciones a largo plazo entre los incrementos pasados y futuros. Esto puede evaluarse mediante los regímenes de escala H. **Esto significa que, si se analiza correctamente, una trayectoria de combate puede mostrar si el luchador tiene una estrategia de combate completa o una estrategia aleatoria durante su competición**. Por ejemplo, un valor mediano de 0,5 para H indica que no hay correlación, lo que sugiere que la trayectoria mostró una distribución aleatoria (movimiento browniano).

Por otro lado, si H difiere de 0,5, se puede inferir una correlación positiva (0,5 > H) o negativa (H < 0,5) con su forma de lucha, lo que indica que una parte dada de la iniciativa está bajo control. Dependiendo de cómo se posicione H, con respecto al valor medio de 0,5, se puede inferir que el sujeto controla más o menos la trayectoria (y la evolución de la lucha en el tiempo): cuanto más cerca estén los regímenes de 0,5, mayor será la contribución de los procesos estocásticos (ataques aleatorios sin estrategia); además, dependiendo de si H es mayor o menor que los umbrales de 0,5, se pueden revelar comportamientos persistentes (de ataque) o antipersistentes (de defensa), respectivamente.

Supongamos que la proyección CM en un momento específico se desplaza hacia una dirección dada. En ese caso, la probabilidad más significativa es que se desvíe en esta dirección (comportamiento de ataque persistente). O, por el contrario, que retroceda en la dirección opuesta (comportamiento defensivo antipersistente). La igualdad entre estas dos probabilidades indica que no hay presencia de una estrategia definida en la lucha, como un simple movimiento aleatorio o un proceso estocástico. Pero el movimiento natural es un movimiento 3D. ¿Cómo podemos reconstruir la información tridimensional más compleja a partir de la trayectoria bidimensional del movimiento de la Pareja de Atletas?

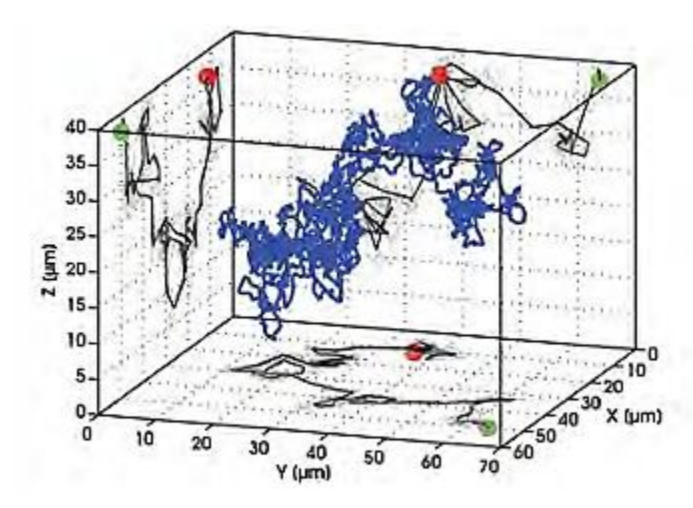


- **El teorema de proyección**

El problema propuesto es que la trayectoria del movimiento es una proyección 2D de un movimiento estructurado complejo 3D. La evaluación de las propiedades del volumen a partir de estos datos 2D está lejos de ser evidencia porque pocas evaluaciones teóricas vinculan las propiedades 3D con las 2D. Solo recientemente, un estudio teórico muy avanzado ha demostrado que el parámetro H de un fractal isótropo n-dimensional está vinculado a los fractales (n-1)-dimensionales por la siguiente función de autosimilitud:

$$H_{(n-1)D} = H_{nD} + 0.5 \quad \textit{that in our case is} \rightarrow H_{2D} = H_{3D} + 0.5 \qquad (5)$$

La siguiente figura muestra el significado del problema:



- **Del enfoque Browniano al Newtoniano.**

En general, en la vida real, la aproximación lineal y la dinámica newtoniana se encuentran en nuestro uso y conocimiento cotidianos. ¿Cómo se relacionan la dinámica browniana y la mecánica newtoniana? Einstein y otros físicos resolvieron el problema en el estudio de la difusión. En este artículo, intentamos extenderlo a las trayectorias cambiantes en competición. Es conveniente introducir la probabilidad f(r,p,t) d^3r d^3p de encontrar la posición r del atleta en el volumen d^3r del espacio de posición y el momento p en el volumen d^3p del espacio de momento, en el instante t, para describir el estado de la lucha observada. Partamos de la distribución aguda

$$f(\mathbf{r},\mathbf{p},t=0) = \delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0)\delta(\mathbf{p} - \mathbf{p}) \quad (10)$$

Asociado con las condiciones iniciales de movimiento, donde δ es la distribución de Dirac. No observamos, en el instante t > 0, la distribución nítida relacionada con (10).

$$f(\mathbf{r},\mathbf{p},t) = [\mathbf{r} - \mathbf{r}(t)]\delta[\mathbf{p} - \mathbf{p}(t)], \quad (11)$$

Tal como lo predicen las ecuaciones de Hamilton del sistema del atleta

$$\frac{dr}{dt} = \frac{p}{m} \quad (12) \qquad \frac{dp}{dt} = F - \mu p \quad (13)$$

Las soluciones se evalúan rápidamente:

$$p(t) = F\tau + (p_0 - F\tau)e^{-\mu t} \quad (14)$$

$$r(t) = r_0 + \frac{F\tau}{m}t + \frac{\tau}{m}(p_0 - F\tau)\left[(1 - e^{-\mu t})\right] \quad (15)$$

$$with \quad \tau = \frac{1}{\mu} \quad the\ stationary\ solutions\ t >> \tau\ are$$

$$p(t) \approx \frac{F}{\mu} \quad (16)$$

$$r(t) \approx r_0 + \frac{F}{\mu m}t \quad (17)$$

Langevin añadió al lado derecho de la ecuación una fuerza estocástica ξ (t), también llamada ruido blanco, para explicar la distribución nítida en términos mecánicos. Es una función aleatoria del tiempo con media cero y una covarianza proporcional a la energía cinética producida, en nuestro caso, por las fuerzas de empuje y tracción (véase el apéndice). Para la cual: $\langle \xi(t) \rangle = 0$

Al elaborar la imagen de Langevin, se encuentra que f es la solución de la llamada ecuación de Klein-Kramers,

$$\frac{\partial f}{\partial t}+\frac{p}{m}\frac{\partial f}{\partial r}+\frac{\partial}{\partial p}\left[\left(F-\mu p-\frac{\mu m v^2}{2}\frac{\partial}{\partial p}\right)f\right]=0. \qquad (18)$$

Reemplazando/igualando $E_k=\frac{\mu m v^2}{2}=0$ en la ecuación (18), nos da una ecuación diferencial parcial de *f* en la cual, matemáticamente hablando, admite las ecuaciones de Hamilton (12) y (13) como sus características. Físicamente hablando, si $E_k = 0$, la ecuación (18) admite la solución (11) dada la condición inicial (10).

Ahora nos ocupamos de dos enfoques equivalentes, expresados en dos lenguajes diferentes. El enfoque de Langevin se expresa en el lenguaje de la dinámica con una novedad: la fuerza estocástica ξ(t). Al introducir esta última en la segunda ley del movimiento de Newton, obtenemos una ecuación diferencial estocástica. En cambio, el enfoque de Klein y Kramers se expresa en el lenguaje de la física estadística. La herramienta principal es la densidad de probabilidad en el espacio de fases, que es una solución de ecuación diferencial parcial lineal.

Si bien el enfoque de Langevin parece más intuitivo a primera vista y de hecho, ya se había propuesto, sus matemáticas son sutiles y susceptibles de crítica. El método de Klein y Kramers parece más torpe a primera vista debido a su uso del espacio de fases, pero se basa en matemáticas estándar. Definiendo el promedio de cualquier observable *O* a partir de la densidad de probabilidad *f* de la forma habitual de la mecánica estadística clásica:

$$\langle O\rangle \equiv \iint Of(r,p,t)d^3r d^3p \qquad (19)$$

Es posible demostrar mediante manipulaciones algebraicas que la ecuación (18) implica

$$\frac{d\langle r\rangle}{dt}=\frac{\langle p\rangle}{m} \qquad (20)\equiv(12)$$

$$\frac{d\langle p\rangle}{dt}=F-\mu\langle p\rangle \qquad (21)\equiv(13)$$

Si consideramos que F y µ son independientes del posicionamiento, las ecuaciones de Hamilton (12) y (13) se recuperan en promedio. Por lo tanto, el enfoque newtoniano se relaciona con el promedio en tiempo y espacio largos. Al mismo tiempo, el fBm caracteriza el tiempo corto y el espacio microscópico de observación. La auto afinidad conecta las trayectorias microscópicas y macroscópicas, así como la autosimilitud teórica (véase el Apéndice II). Además, para la difusión anómala H<0,5 y H>0,5, las propiedades de escala de estos fenómenos se relacionan en ocasiones con la memoria a largo plazo del proceso. Generalmente, para una lucha en curso, la correlación en el tiempo muestra una ley de potencia inversa. Típicamente, dos es mayor que 2H. Esto significa que la correlación entre dos puntos en el tiempo disminuye al aumentar la separación temporal; el espectro (Transformada de Fourier de Correlación) es una ley de potencia inversa en frecuencia:

$$C(\tau)=\langle X(t)X(t+\tau)\rangle \propto t^{2H-2} \qquad (22)$$

$$S(\omega)=FT\{C(\tau),\omega\}\propto \frac{1}{\omega^{2H-1}} \qquad (23)$$

Para la evolución anti persistente de la lucha del espectro, se convierte en una ley de potencia directa en frecuencia.

Bibliografía

(1) Box G.E.P., Muller M.E. A note on the generation of random normal deviates. Ann. Math. Staist. 29, 610-611, 1958.

(2) Jost W. Diffusion in solids, liquids, and gases. New York Academic press 1960.

(3) Lemineur & co-workers. The Projection theorem for multi-dimensional fractals. Manuscript 2005.

(4) Bonami & Estrade. Anisotropic analysis of some Gaussian models. The journal of Fourier analysis and applications Vol.9, pp 215-236, 2003.

(5) BB Mandelbrot. The fractal geometry of nature W.H Freeman. San Francisco ,1982.

(6) Collins JJ & De luca CJ. Open loop and closed loop control of posture: a random walk analysis of centre of pressure trajectory . Exp. Brain Res. vol. 95 pp 308-318, 1993.

(7) Collins JJ & De luca CJ. Random walking during quiet standing. Phy Rew letter. vol. 73(5) pp 764-767, 1994.

(8) Kramers. Brownian motion in a field of force and the diffusion model of chemical reaction. Physica vol 7 pp 284-304, 1940.

(10) Y. Matsumoto et al. Analytical studies on the contests performed at all Japan judo championship tournament. Bulletin of the association for the scientific studies on judo Kodokan Report V 1978, Tokyo Japan.

(11) Rougier. What insights can be gained when analyzing the resultant centre of pressure trajectory? Clinical Neurophysiology, vol 38 pp 363-373, 2008.

(12) Duysens and coworkers. Proprioceptive perturbations of stability during gait. Clinical Neurophysiology vol 38 pp 399-410, 2008.

(13) Ebeling and coworkers. On stochastic dynamics in physics –remark on history and terminology, Acta Physica Pol. B 39, pp 1003-1018, 2008.

(14) Bringuier. On the notion of thermophoretic velocity Phil. Mag. Vol 87, pp873-883, 2007.

(15) Bringuier. From mechanical motion to Brownian motion, thermodynamics and particle transport theory Eur. Journal of Physics Vol 28, pp 1243-1262, 2008.

(16) Paillard, Montoya & Dupui. Postural adaptations specific to preferred throwing techniques practiced by competition-level judoka. Journal of Electromyography and Kinesiology, Vol.17 pp 241-244, 2007.

APÉNDICE IV

Optimización biomecánica de la herramienta de entrenamiento de judo

(Aplicación práctica y fundamento científico)

Attilio Sacripanti

Optimización Biomecánica del Judo:

Una herramienta clave para el entrenamiento (Aplicación Práctica y Base Científica)

1. Introducción

La optimización es una herramienta poderosa y flexible que se aplica en la ingeniería y la economía modernas para mejorar ciertas situaciones, como las estructuras de ingresos. La teoría de la optimización es fundamental para cualquier problema que implique la toma de decisiones, tanto en ingeniería como en economía. La toma de decisiones implica elegir entre diversas alternativas. Esta elección se rige por nuestro deseo de tomar la mejor decisión. Una función objetivo describe la medida de la bondad de las alternativas. La teoría y los métodos de optimización se ocupan de seleccionar la mejor alternativa en el sentido de la función objetivo dada.

En términos matemáticos simples, la optimización busca construir una función objetivo (lineal o no lineal) que describa el proceso y encontrar un extremo útil (máximo o mínimo) de esta función. El antecesor de este enfoque en Física es el Principio de Mínima Acción, o en un sentido más preciso, el Principio de Acción Estacionaria, que es un principio variacional que, aplicado a la acción de un sistema mecánico, permite, por ejemplo, obtener: las ecuaciones de movimiento del sistema, el camino más corto entre dos puntos, el mejor camino para minimizar el consumo de energía, el mínimo tiempo de viaje, etc. Muchos expertos fisicomatemáticos hablaron de este principio en la antigüedad: Fermat, Euler, Maupertuis, Hamilton, Leibniz. A Pierre Louis Moreau de Maupertuis se le atribuye generalmente su formulación más general, quien afirmó: «*Las leyes del movimiento y el reposo deducidas de este principio son exactamente las mismas que las observadas en la naturaleza; podemos admirar su aplicación a todos los fenómenos: el movimiento de los animales, el crecimiento vegetativo de las plantas son solo sus consecuencias; y el espectáculo del universo se vuelve mucho más grandioso, más hermoso, más digno de su Autor, cuando se sabe que un pequeño número de leyes, sabiamente establecidas, basta para todos los movimientos*» [1] . Aplicado a la física, Maupertius sugirió que la magnitud llamada «acción» se minimice como el producto de la duración (tiempo) del movimiento dentro de un sistema por la fuerza viva, que es la integral del doble de lo que llamamos energía cinética K del sistema. En fórmulas:

$$\delta A = \delta \int_t^t 2K(t)dt \qquad (1)$$

Cuando hablamos de la mejor decisión o manera de minimizar el consumo de energía, estos dos extremos nos dan la amplitud de la Teoría de Optimización. El cálculo de variaciones se ocupa de problemas en los que un principio variacional estacionario determina una función. En su forma más simple, el problema consiste en hallar una función y(x) con valores especificados en los extremos x_0, x_1 tales que la integral sea estacionaria.

$$J = \int_{x_0}^{x_1} f(x, y, y')dx \qquad (2)$$

Generalmente se aplica el cálculo de variación al deporte para encontrar un valor para minimizar la energía, el esfuerzo muscular o el ángulo correcto para obtener el rendimiento óptimo en el deporte [2].

2. Optimización en el Deporte

En términos de biomecánica, los deportes se pueden clasificar en cíclicos, acíclicos, cíclicos-acíclicos alternativos y situacionales (duales y de equipo) [3]. Para los deportes cíclicos y acíclicos, la optimización es compleja, pero posible. Para los deportes situacionales, la optimización es compleja y, en ocasiones, imposible. Es mundialmente conocido que la expresión verbal del principio de acción estacionaria para la locomoción humana es que la suma algebraica de todos los

ángulos articulares del cuerpo humano debe ser cero (lo cual constituye un movimiento cíclico). Esto se puede expresar con las siguientes palabras: "condición necesaria y suficiente para la locomoción".

Cuando la optimización se aplica a deportes cíclicos simples como el ciclismo y la natación, la función objetivo (en la optimización teórica) es lograr el mejor rendimiento; más frecuentemente en la optimización práctica, para el ciclismo. Esta función objetivo está relacionada con la maximización del esfuerzo muscular racional, encontrando el ángulo de aplicación de fuerza más efectivo en la bicicleta. El mejor rendimiento en la optimización práctica también podría aplicarse a la minimización de fuerzas parásitas externas, como la resistencia, por ejemplo, en natación. Sin embargo, ambos objetivos pueden alcanzarse en estos deportes cíclicos de biomecánica simple cuando el rendimiento es de alto nivel. En las siguientes figuras, se muestra la optimización para deportes cíclicos como el ciclismo y la natación. (Fig. 1 – 4)

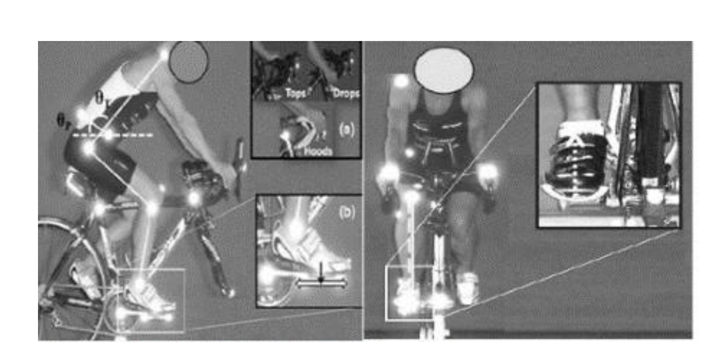


Fig.1,2 Cycling Optimization finding the best angles for athlete muscles [4]

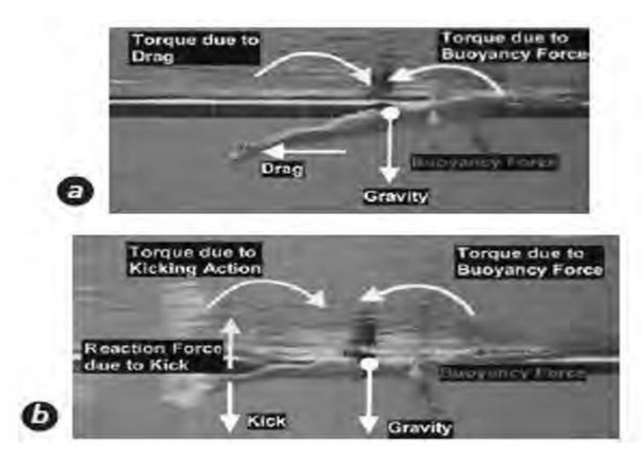


Fig.3,4 Swimming Optimization against Drag [5]

En los deportes tradicionales, para los entrenadores, la optimización práctica significa encontrar los ángulos óptimos para que los músculos trabajen de la mejor manera o de manera eficiente con el mínimo esfuerzo contra la resistencia.

A partir del breve ejemplo anterior, es fácil comprender que, en el deporte, la optimización se evalúa teóricamente como una función objetivo, aplicándose en la práctica. O bien se trata de maximizar las capacidades internas de los atletas o, de minimizar las fuerzas parásitas externas que actúan contra el rendimiento, donde "internas" y "externas" dependen de la definición del "sistema del atleta".

La optimización [6][7] es una herramienta muy flexible del cálculo de la física variacional y se aplica ampliamente en la ingeniería y la economía modernas. Teóricamente, se realiza mediante la búsqueda del algoritmo para minimizar, por ejemplo, la energía o maximizar los ingresos. En las ciencias del deporte, la optimización del rendimiento está relacionada con la biomecánica, la ergonomía, la nutrición, etc.

3. Optimizaciones en judo

Un problema diferente es la optimización de un deporte complejo perteneciente al grupo de deportes de situación. En este grupo, los patrones cambian constantemente, el movimiento es muy complejo y las situaciones ocurren solo con una frecuencia estadística. En consecuencia, la función objetivo es difícil de encontrar o construir, y la optimización es compleja. El judo es un deporte de situación dual, y su optimización global es muy compleja y, en ocasiones, inasequible.

Sin embargo, existe una manera de superar las dificultades estructurales mencionadas anteriormente. Junto con la optimización de deportes cíclicos, es posible aplicar la optimización mediante el método diferencial, o, en otras palabras: dividir el judo, paso a paso, en subconjuntos adecuadamente seleccionados.

Es interesante comprender que estos subconjuntos, seleccionados en función de la dinámica de movimiento del sistema de pareja de atletas, pueden proporcionar información sobre la optimización del atacante. Este es un componente del

sistema de pareja de atletas. Asociando a cada subconjunto una función objetivo específica, es posible optimizar todas las técnicas para obtener el mejor rendimiento. Para los entrenadores, la mejor manera de realizar una optimización práctica del Judo es aplicar la Biomecánica cualitativa en dos situaciones y tres áreas:

- Situaciones
  - ✓ Enseñanza de lecciones - Condición de pareja estática.
  - ✓ Competición - Condición de pareja dinámica.
- Áreas
  - ✓ Estática de pareja OF = Energía mínima
  - ✓ Dinámica de pareja OF = Máxima efectividad
  - ✓ Dinámica de desarrollo a largo plazo de pareja OF = Efectividad estratégica (Energía mínima general)

4. Lecciones de Enseñanza - Estática - Optimización Mínima de Energía.

El enfoque más factible y directo para este complejo deporte consiste en analizar primero el sistema de pareja en una situación estática para su optimización. Esto implica atletas inmóviles y velocidad de cambio de la pareja cero. En una situación estática y fija, si los entrenadores analizan la interacción en el judo (proyecciones, inmovilización, presión articular y estrangulación), la biomecánica permite optimizar (como lo sugirió Kano) basándose en la minimización del gasto energético [8], mientras que Osaekomi waza (proyección de caída), Kansetzu waza (presión articular) y Shime waza (estrangulación) se realizan, de acuerdo con las leyes de la física, con un menor consumo de energía [9].

Supongamos que los entrenadores analizan las proyecciones clásicas, clasificadas en cinco grupos y organizadas en el Go Kyo (cinco lecciones) mediante la biomecánica. En ese caso, descubren que solo se pueden agrupar en dos clases: a) Sistema de palanca: más costoso energéticamente y b) Sistema de acoplamiento: menos costoso energéticamente [10].



Fig.5-6 Most utilized throws in competition: Seoi (Lever), Uchi Mata (Couple)

La acción estática de las técnicas de proyección pasa por fases específicas: desequilibrio, posicionamiento y proyección. En la tradición japonesa (Kuzhushi, Tsukuri, Kake), las dos primeras fases pueden cambiar durante la competición. En general, todas las proyecciones clásicas de judo requieren tres tipos de trayectorias para acortar la distancia entre los atletas (rectangular, rotación interna y rotación externa).

Trayectorias (rectangular o rotación interna).

Optimización de trayectorias cortas.

Las trayectorias cortas que acortan las distancias entre los atletas pueden optimizarse mediante el cálculo de la variación. En esta situación específica, es posible aplicar la forma de Euler/Fermat del principio de la acción estacionaria. Principio de Euler/Fermat*: La curva descrita por el cuerpo del atleta para acortar la distancia entre dos puntos A y B es la curva (de entre todas las posibles trayectorias que conectan A y B) que minimiza el momento mv. Los atletas se desplazan entre estos dos puntos siguiendo la trayectoria que requiere el menor tiempo*.

$$\partial S = m\int_{A}^{B} v ds = \min. \qquad (3)$$

Este principio, más comprensible en términos de movimiento mecánico, satisfará las trayectorias de optimización durante el acortamiento de la distancia entre atletas. De esta manera, se minimizarán las tres trayectorias de acortamiento, denominadas Invariantes de Acción General (IAG). El trabajo realizado por el Centro de Masa (CM) del atleta será mínimo.

Levantamiento

El levantamiento puede facilitar el movimiento de lanzamiento al reducir la fricción entre los pies y el tatami. Es de gran ayuda tanto en las técnicas de pareja en el plano frontal como con rotación interna, siendo prácticamente inútil para las técnicas de Pareja con un enfoque directo (p. ej., O Soto gari, etc.).

Una colisión casi plástica de cuerpos blandos extendidos.

Todos los lanzamientos, tras acortar la distancia mutua, requieren una colisión entre los cuerpos de los atletas. En el caso del Grupo de Pareja, tanto en el ataque de trayectoria recta (O Soto Gari) como en el ataque de rotación interna (Harai Goshi, Uchi Mata), la mayor superficie de contacto de la colisión depende del pecho, que debe aplicar una fuerza superior de Pareja al pecho del oponente; la colisión de un área menor es responsabilidad de la pierna que aplica una fuerza de pareja menor a la pierna del oponente. Por lo tanto, en el caso de una pareja al final de las trayectorias GAI previas, un contacto/colisión simultáneo puede considerarse casi plástico, ya que los dos atletas están estrechamente relacionados. Uke tiende a rotar alrededor de su centro de masa fijo. La aplicación simultánea de las fuerzas es mayor y su intensidad equivalente es mayor. El movimiento real se acercará más a los teóricos. La mecánica es diferente a la aplicación de la herramienta de palanca.

En el caso de la palanca, Uke, sometido al torque aplicado por Tori, tiende a rotar no alrededor de su centro de masas, como en el grupo de pareja, sino alrededor del punto de parada (fulcro). Su centro de masas se desplaza en el espacio. Todo esto ya se ha analizado en artículos anteriores [11],[12].[13].

Trayectorias de vuelo

De acuerdo con el enfoque de Kano, se optimizan las formas clásicas de lanzamiento de judo, cuidadosamente seleccionadas por Kano. Durante sus trayectorias de vuelo, tras lanzar con estas opciones (pareja o palanca), el cuerpo de Uke recorre las geodésicas de dos simetrías: cilíndrica o esférica.

Las geodésicas son los caminos más cortos entre dos puntos de una curva específica, resultantes del cálculo de variación [14] (véase el Apéndice 1). En las fórmulas en nuestro espacio métrico, considerando el cilindro y la esfera como figuras de simetría básicas para Tori, las dos geodésicas minimizadoras satisfacen la relación:

$$dist(c(t_1), c(t_2)) = |t_1 - t_2|$$

Fig 7,8,9,10,11.

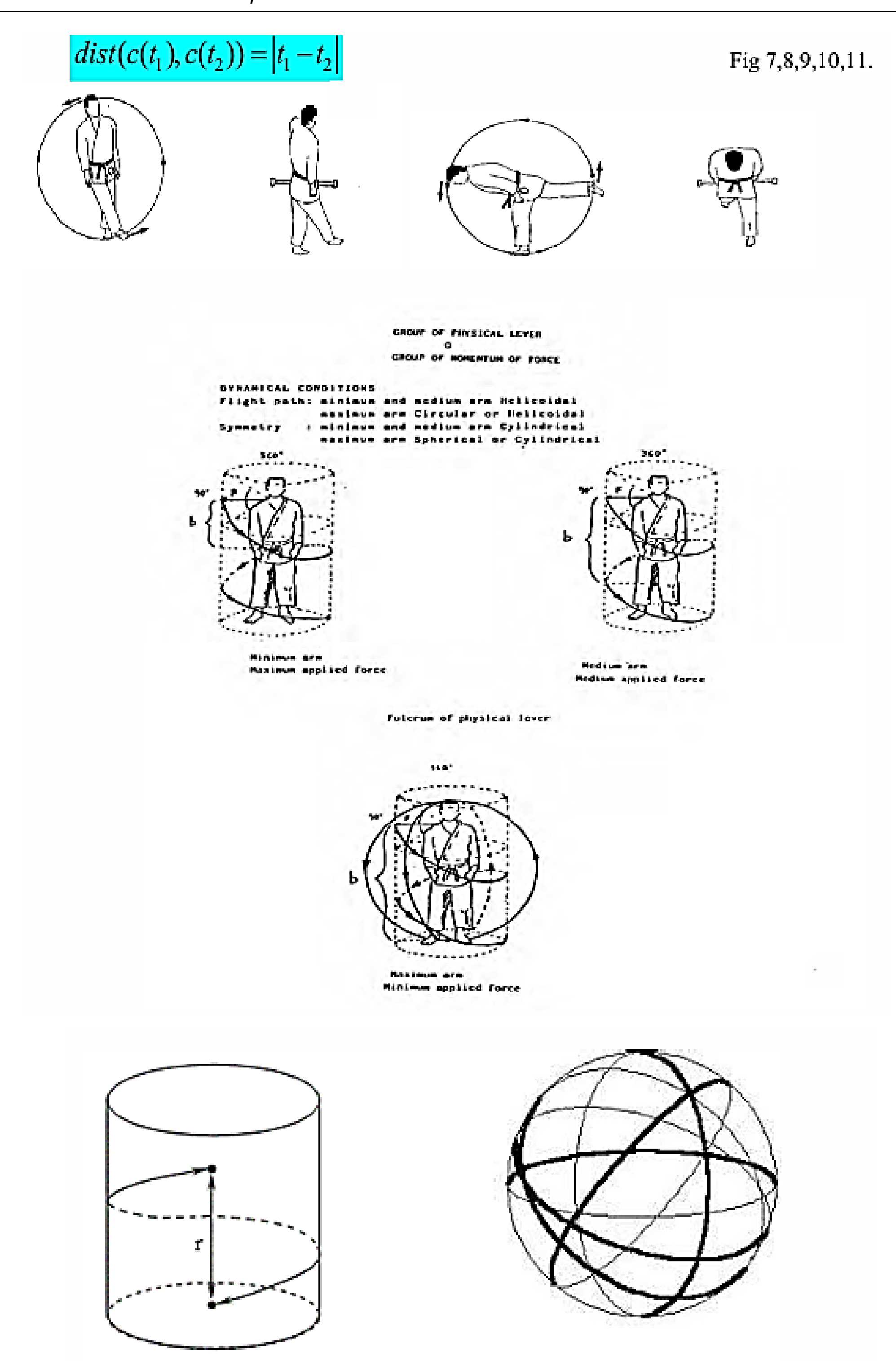


Fig. 7,8,9,10,11 geodetics of symmetries of throwing actions [15]

Del breve análisis anterior, se puede destacar que, en el grupo de pareja, el centro de masas (CM) de Uke gira sobre sí mismo. Todos estos lanzamientos son, teóricamente, independientes de la gravedad, menos costosos y están completamente optimizados. En el grupo de palanca, el centro de masas (CM) de Uke se desplaza en el espacio; los lanzamientos dependen de la gravedad y la fricción, son más costosos y no están completamente optimizados. Sin embargo, se pueden optimizar modificando la longitud del brazo de palanca, con la función objetivo de minimización de energía. Por ejemplo, desde el Seoi de pie [Ippon Seoi Nage] hasta el Seoi de rodillas [Seoi Otoshi], hasta el Seoi de caída [Suwari Seoi], un paso que representa solo la optimización del mismo lanzamiento de palanca. Sin embargo, desde la perspectiva japonesa, la optimización previa de un lanzamiento representa tres técnicas de lanzamiento diferentes.

5. Competición: Dinámica - Optimización de la Máxima Efectividad

Si los entrenadores analizan situaciones dinámicas (competición), la optimización se basa en la función objetivo. La minimización del gasto energético es una condición necesaria, pero no suficiente. Esto hace apropiado ampliar el objetivo de optimización con una función objetivo más amplia, no solo relacionada con un mínimo de energía, sino que también considera diferentes consumos energéticos en función de la Máxima Efectividad. La Máxima Efectividad implica que la minimización de energía funciona como una situación estática. Sin embargo, la aplicación clásica de los lanzamientos de Kano también es posible en competición si existe una gran diferencia entre los atletas. Fig. 12,13



Fig 12,13 Optimization of energy in classical throws

Los entrenadores también deben considerar acciones energéticamente poco convenientes que podrían ser óptimas y muy efectivas, como la siguiente acción que se muestra en las figuras 14 y 19.



Figg. 14-19 Effectiveness Optimization, expensive but effective throwing action

Los entrenadores deben optimizar y reemplazar el concepto teórico de desequilibrio de Kano o su aplicación con la explotación práctica de la "ruptura de simetría" [12]. El concepto de "ruptura de simetría" es una forma más sutil y práctica de optimizar la aplicación de proyecciones de judo en situaciones altamente dinámicas. En una situación estática, el instructor desequilibra el cuerpo de Uke y aplica la herramienta para proyectar. Esta acción preliminar de desequilibrio se realiza para simplificar el movimiento de proyección utilizando la fuerza de la gravedad y el equilibrio inestable de Uke

como herramientas complementarias. En competición, es difícil, si no imposible, desequilibrar al adversario que se defiende con fuerza. Para atacar con eficacia, Tori debe evitar la evasión rápida; luego, al forzar el cuerpo de Uke a girar o doblarse, prácticamente provoca que el centro de masa se mueva dentro del cuerpo. Cuando el centro de masa se desplaza hacia un lado, aumenta la estabilidad. La movilidad disminuye, y Tori debe aplicar, en el lado derecho (más estable), una herramienta de Pareja o Palanca para lanzar inmediatamente en cuanto los cuerpos colisionen. La anterior es la secuencia correcta y optimizada en competición para lanzar eficazmente al adversario. La Optimización de la Efectividad Práctica pasa por el uso de herramientas complementarias específicas diseñadas para mejorar la eficiencia de las técnicas de lanzamiento, aunque a expensas de la energía. Estas herramientas complementarias se basan esencialmente en explotar los puntos débiles del cuerpo humano desde el punto de vista biomecánico o en la aplicación específica de la energía.

Las principales herramientas para optimizar la efectividad práctica de los lanzamientos son:

1. Dirección de ataque transversal.
2. Makikomi y/o caída.
3. Empuje + Torque.
4. Cambio de palanca en pareja y viceversa.
5. Rotación en planos de simetría.
6. Aplicación rotacional pura.
7. Uso de variantes técnicas caóticas como (Seo inverso i) [16].

6. Competición: Algunos problemas

La competición de judo, en términos biomecánicos y físicos, es un sistema complejo y no lineal con trayectorias fractales autosimilares [8]. Durante la interacción, la habilidad abierta evoluciona continuamente hacia soluciones técnicas y tácticas infinitamente específicas. Con frecuencia, en situaciones tan cambiantes, los entrenadores no pueden planificar ninguna optimización práctica. En las siguientes figuras, se presenta un ejemplo de situaciones de rápida evolución, prácticamente conectadas y fundamentadas en la habilidad personal avanzada de los competidores de alto nivel. El judo, como deporte de habilidades abiertas, presenta situaciones muy complejas que evolucionan continuamente, desde la posición de pie hasta la de combate en el suelo.



Fig 20-26 Ne Waza and Nage Waza continuous changing Skills combined

7. Competición: Un concepto de optimización más amplio - Optimización estratégica

La optimización estratégica se relaciona teóricamente tanto con el tiempo de una competición completa como con una secuencia de combates. Los entrenadores podrían basarse en el trabajo mecánico mínimo, compuesto por la elección correcta de los lanzamientos, en la práctica. También pueden aplicar herramientas tácticas específicas para mejorar la efectividad de los lanzamientos, el uso correcto de ne waza práctica, la locomoción, el trabajo defensivo y la recuperación

activa entre combates, todos previamente evaluados, como el consumo de oxígeno. En teoría, la optimización estratégica de una competición o secuencia de combates de judo se define como *un problema de programación dinámica*.

Un *problema de programación dinámica* es un problema de optimización en el que las decisiones deben tomarse secuencialmente durante varios períodos "enlazados" de alguna manera. Una estrategia para un problema de programación dinámica es simplemente un plan de contingencia: un plan de acción basado en lo sucedido hasta ese momento. Es posible demostrar, bajo ciertas condiciones, que una estrategia óptima markoviana es una estrategia óptima para el problema de programación dinámica en cuestión [17]. En términos más precisos, si construimos una ecuación de energía heurística del concurso mediante un algoritmo constructivo, este algoritmo construye mediante iteraciones la solución final basándose en una solución parcial (incompleta). Es posible encontrar una estrategia de solución óptima para el concurso empleando una ecuación como esta:

$$\overline{E(O_2)} \cong \left(\sum_{j,c} A_{j,c}^{o_2} + \sum_{k=i} mgt_a \overline{v_{k=i}^{o_2}}\right) + \sum_{n,i} D_{n,i}^{o_2} + \sum_{n} G_n^{o_2} + \mu\overline{v^{o_2} x^{o_2}} + WAR^{o_2} - \sum_{s} \frac{t_s}{\tau}\overline{E(O_2)}$$

$A_{j,c}^{o_2} =$ Ataques de Tashi Waza como O_2 (j=clásicos, c = caóticos

$mgt_a \overline{v}_{k=i}^{o_2} =$ Trabajo de Tashi Waza como O_2

$G_n^{o_2} =$ Trabajo de Suelo como O_2

$D_{n,i}^{o_2} =$ Trabajo Defensivo como O_2 para Tashi y Ne Waza

$\mu v^{o_2} x^{o_2} =$ Trabajo de Cuplas como O_2

$WAR^{o_2} =$ Trabajo de Recuperación activa

$t_a =$ Tiempo de ataque

$t_s =$ Tiempo de parada (Mate)

$\tau =$ Tiempo regular de combate

Obviamente, con esta ***Función Objetivo***, la optimización se relaciona con el mínimo en la media de las contribuciones singulares menos los ataques de Tachi Waza, que también podrían optimizarse para la máxima efectividad, como ya se ha visto. En la práctica, para los entrenadores, no es posible determinar objetivamente un punto mínimo mediante mediciones. La mejor manera de obtener la optimización estratégica en una competición real es mediante la observación visual y la visión experta (conociendo la media de las mediciones experimentales del consumo de energía del atleta) y, a continuación, considerando un rango razonable de conducta en competición en el que el consumo de energía sea aceptablemente bajo.

8. Estudio Científico de Sistemas Complejos: Optimización de Trayectorias de Desplazamiento

A lo largo de este capítulo, describiremos diferentes maneras de determinar las propiedades de los procesos estocásticos y clasificaremos dichas descripciones en microscópicas, mesoscópicas y macroscópicas. La descripción microscópica de un sistema consiste en modelar las trayectorias de desplazamiento producidas por el movimiento de un punto de masa (el centro de masa del cuerpo). Las ecuaciones de evolución para variables aleatorias describen la dinámica de cada paso, tanto en el tiempo como en el espacio.

Posteriormente, utilizamos la ecuación de Langevin, que no puede resolverse excepto para realizaciones particulares de las fluctuaciones (ruido), pero que permite obtener magnitudes macroscópicas como los momentos de las variables aleatorias resultantes.

La descripción mesoscópica consiste en hallar ecuaciones integrales o integro diferenciales para la probabilidad que rige la evolución del sistema. Una vez conocida la probabilidad, se pueden obtener magnitudes macroscópicas que pueden medirse experimentalmente. En comparación con el enfoque microscópico basado en la ecuación de Langevin, la descripción mesoscópica no permite obtener realizaciones individuales del proceso, sino que conserva la información

estadística completa del proceso microscópico subyacente. Finalmente, la descripción macroscópica consiste en hallar ecuaciones para la función de densidad de probabilidad (FDP) del sistema en el límite de gran escala mediante el truncamiento en el tiempo o el espacio de estados hasta un orden finito. En el caso de la ecuación de Fokker-Planck, se trunca adicionalmente el espacio de estados a segundo orden. Sin embargo, podemos analizar las ecuaciones newtonianas a nivel macroscópico y conectar el aspecto microscópico browniano con el macroscópico.

8.1 Nivel Macroscópico: Locomoción

Locomoción (Ayumi Ashi, Tsugi Ashi)

La locomoción en Judo en competición (Aruki Kata) se puede dividir en dos grupos: Ayumi Ashi (locomoción normal) y Tsugi Ashi (locomoción de pie a pie). La biomecánica de la marcha humana es una rama muy compleja de la kinesiología. El conocimiento actual sobre la mecánica de la marcha proviene de numerosas investigaciones, las primeras a principios del milenio pasado.

Como se demuestra en el libro “Biomeccanica del Judo”, el Tsugi Ashi es energéticamente más económico que el Ayumi Ashi y algo más estable a la interferencia externa de fuerzas de empuje/tracción.

Caminar es una actividad cíclica en la que una zancada sigue a otra siguiendo un patrón continuo. Definimos una zancada como aquella que va desde el punto de apoyo de un pie hasta el siguiente punto de apoyo del mismo pie, o desde el despegue hasta el despegue. Al caminar, hay una fase de apoyo simple cuando un pie apoya el pie en el suelo y una fase de doble apoyo cuando ambos lo hacen. La fase de apoyo simple comienza con el despegue de un pie y la fase de doble apoyo comienza con el punto de apoyo del mismo pie. Los movimientos coordinados de la marcha humana no se generan a partir de una representación explícita de las trayectorias precisas de cada segmento anatómico, como en la robótica bípeda, sino mediante interacciones dinámicas entre el sistema nervioso, el sistema musculoesquelético y el entorno. Existen diferentes tipos de movimiento y se asocian a diferentes tipos de órdenes.

(1) Los movimientos voluntarios se integran a nivel cortical y pueden iniciarse sin ningún estímulo externo.

(2) Los movimientos automáticos son estrategias memorizadas que se desencadenan mediante órdenes internas o estímulos externos.

(3) Los reflejos espinales son respuestas genéticamente programadas a estímulos externos, moduladas por centros superiores.

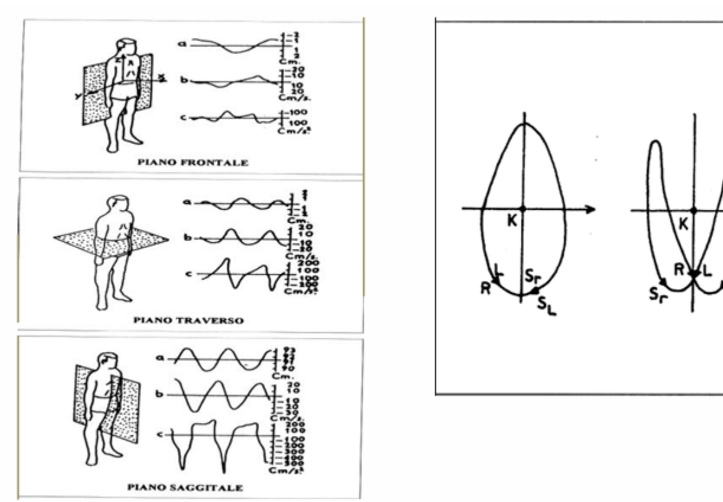


Fig.27-28 Motion of COM in the three symmetry planes of the human body and relative curves [18]

Una función principal del SNC es mantener la estabilidad dinámica durante la locomoción en competición. La estabilidad dinámica durante el movimiento es el control del COM dentro de una base de apoyo cambiante y requiere estrategias de

respuesta de recuperación proactiva y reactiva efectivas cuando se expone a perturbaciones. El movimiento del COM no es un movimiento simple, por razones de estabilidad dinámica del atleta, como es posible ver en las figuras 27-28 en los planos de simetría del cuerpo humano [18]. Los planos de simetría del cuerpo humano se muestran en las figuras 30-31. Están relacionados con las proyecciones del cuerpo humano sobre los planos durante la locomoción.

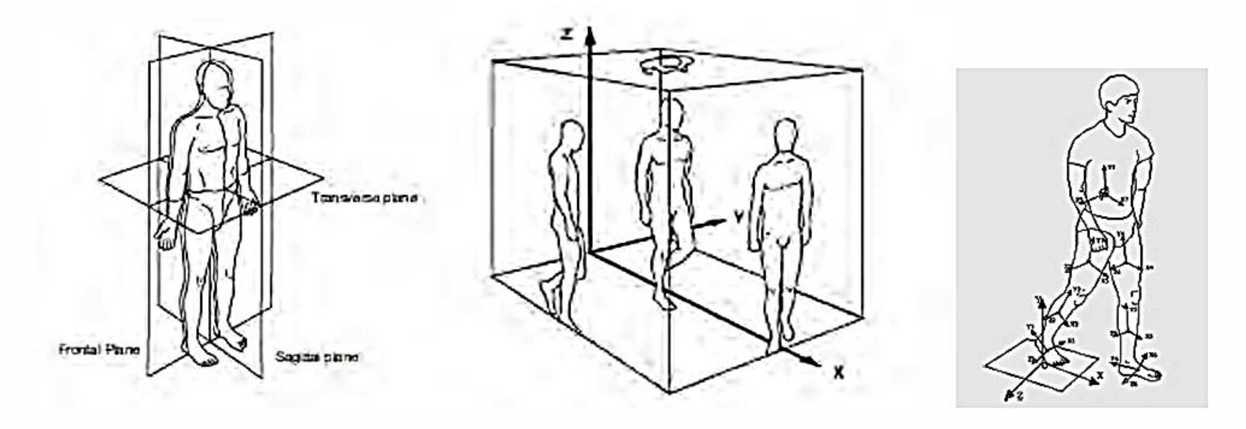


Fig.30-31 Human body symmetry planes, projections of the body on the planes during locomotion and reference systems. [19][20]

Las curvas presentadas en la figura 28 anterior son las curvas cerradas que recorre el COM durante un ciclo de locomoción. Estas curvas representan el movimiento del COM durante un ciclo de marcha. El interesante trabajo de Minetti y colaboradores [21] mostró las ecuaciones básicas para construir curvas similares en relación con la simetría de las curvas de bucle cerrado y de Lissajous.

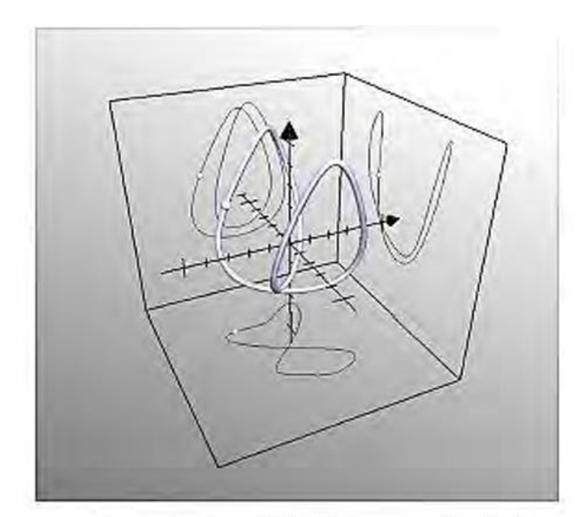


Fig 32 Curves of the average trajectories of COM for a cycle, during walking at 5 Km/h [21]

Las ecuaciones son las siguientes:

$$\bar{x}(t) = \bar{v}(t) + \sum_{i=1}^{6} \bar{c}_i^{x} \sin(2\pi f_i t + \bar{\phi}_i^{x})$$
$$\bar{y}(t) = \bar{a}_0^{y} + \sum_{i=1}^{6} \bar{c}_i^{y} \sin(2\pi f_i t + \bar{\phi}_i^{y}) \qquad (5)$$
$$\bar{z}(t) = \sum_{i=1}^{6} \bar{c}_i^{z} \sin(2\pi f_i t + \bar{\phi}_i^{z})$$

Es interesante observar que las curvas anteriores solo se aplican a una velocidad de 5 km/h. Al aumentar la velocidad de locomoción, las curvas cambian de forma, manteniendo la similitud, como se muestra en las siguientes figuras. Es interesante observar que las curvas anteriores solo se aplican a una velocidad de 5 km/h. Al aumentar la velocidad de locomoción, las curvas cambian de forma, manteniendo la similitud, como se muestra en las siguientes figuras.

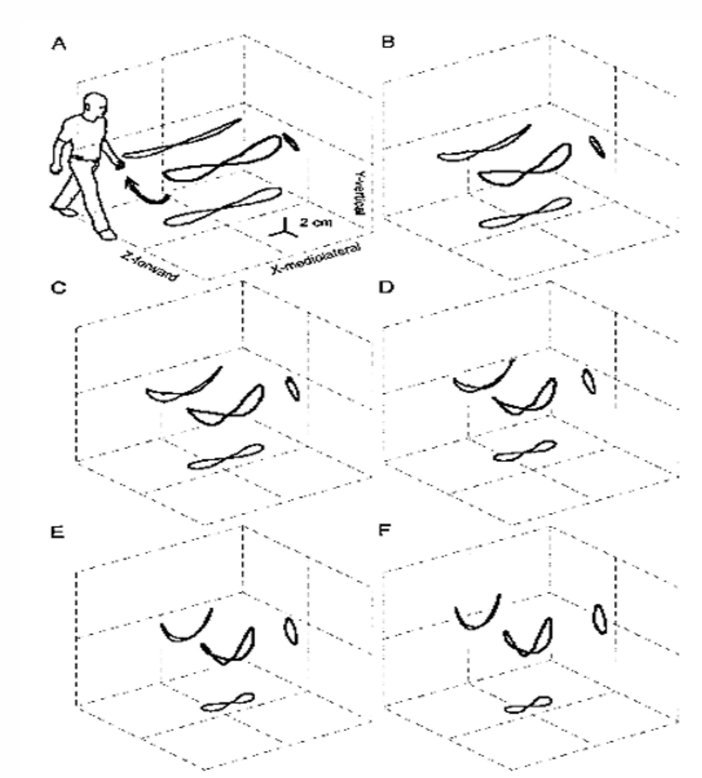


Fig 33 Relationship between COM 3D trajectories and walking speed [22]

Optimización de la locomoción

Curiosamente, a nivel macroscópico, la locomoción humana ya es el resultado de un proceso de optimización de los ángulos articulares. La locomoción solo es posible bajo la condición de que la suma de los ángulos articulares sea cero. Sin embargo, optimizar la locomoción humana es un problema óptimo complejo de dos fases, ya que la locomoción real depende de demasiados parámetros. Mediante métodos de control óptimo, es posible optimizar simultáneamente el movimiento $x(t) = [q(t), v(t)]^T$. Esta optimización consiste en las variables posicionales q(t) y las velocidades v(t) de las coordenadas generalizadas del modelo. Los pares en las articulaciones accionadas se describen mediante u(t). Los parámetros adicionales del modelo, como las constantes del resorte-amortiguador o la longitud y velocidad del paso, se consideran en el vector *p*. Existen dos ecuaciones (una para soporte simple y otra para soporte doble) por lo que existen

problemas de control óptimo de dos fases. La siguiente función objetivo puede expresar el problema de control óptimo completo.

$$\min \int_0^{t_n} L\left(x(t), u(t), \rho, t\right) dt + M(t_n) \qquad (6)$$

Tenemos el Lagrangiano, que minimiza tanto los torques u(t) aplicados al sistema como el movimiento de la cabeza, más el término de Mayer M(tn) que contiene el impulso en el pie al tocar el suelo [23]. Durante la postura en movimiento, el pie descalzo cambia su superficie de contacto con el tatami, como se muestra en la figura 34.

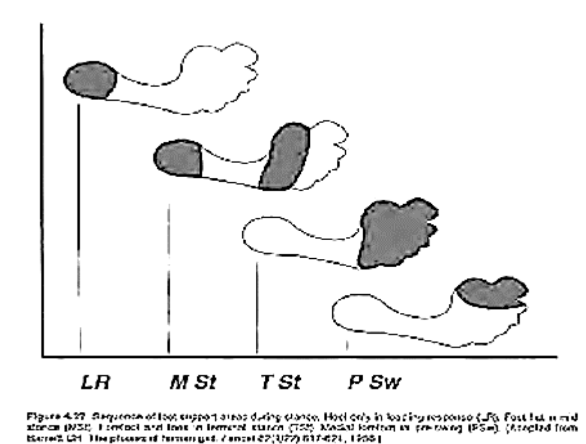


Fig 34Sequence of the barefoot surface during stance [23]

Las interacciones medias en la competición de judo son fuerzas de empuje y tracción aplicadas a un par de sistemas del atleta. Pocos estudios se han aplicado a esta parte particular de la respuesta de la competición a la perturbación del cuerpo humano durante la marcha. Durante el mantenimiento del equilibrio postural, el COM se mantiene dentro de la base de apoyo mediante la activación de los músculos correspondientes que mueven el Centro de Presión (CPP). Durante la locomoción, se aplica el mismo principio para el control del COM, con una diferencia crucial: la colocación del pie al final de cada fase de balanceo proporciona el método principal para mover el CPP en los planos sagital y frontal. Los resultados de un estudio reciente sobre locomoción lo ilustran claramente. En este estudio, los participantes caminaban en una cinta. Al mismo tiempo, se aplicó una perturbación mecánica inesperada (empuje) a la parte superior del cuerpo en el plano frontal durante las dos fases de apoyo único. Un empuje hacia la derecha cuando el pie izquierdo está en la fase de apoyo único produce la abducción de la extremidad correcta del balanceo y el consiguiente aumento de la amplitud del paso. Por el contrario, un empujón hacia la derecha cuando el pie derecho está en la fase de apoyo único produce aducción de la extremidad de balanceo izquierda y una disminución posterior en el ancho del paso (ver la figura 35).

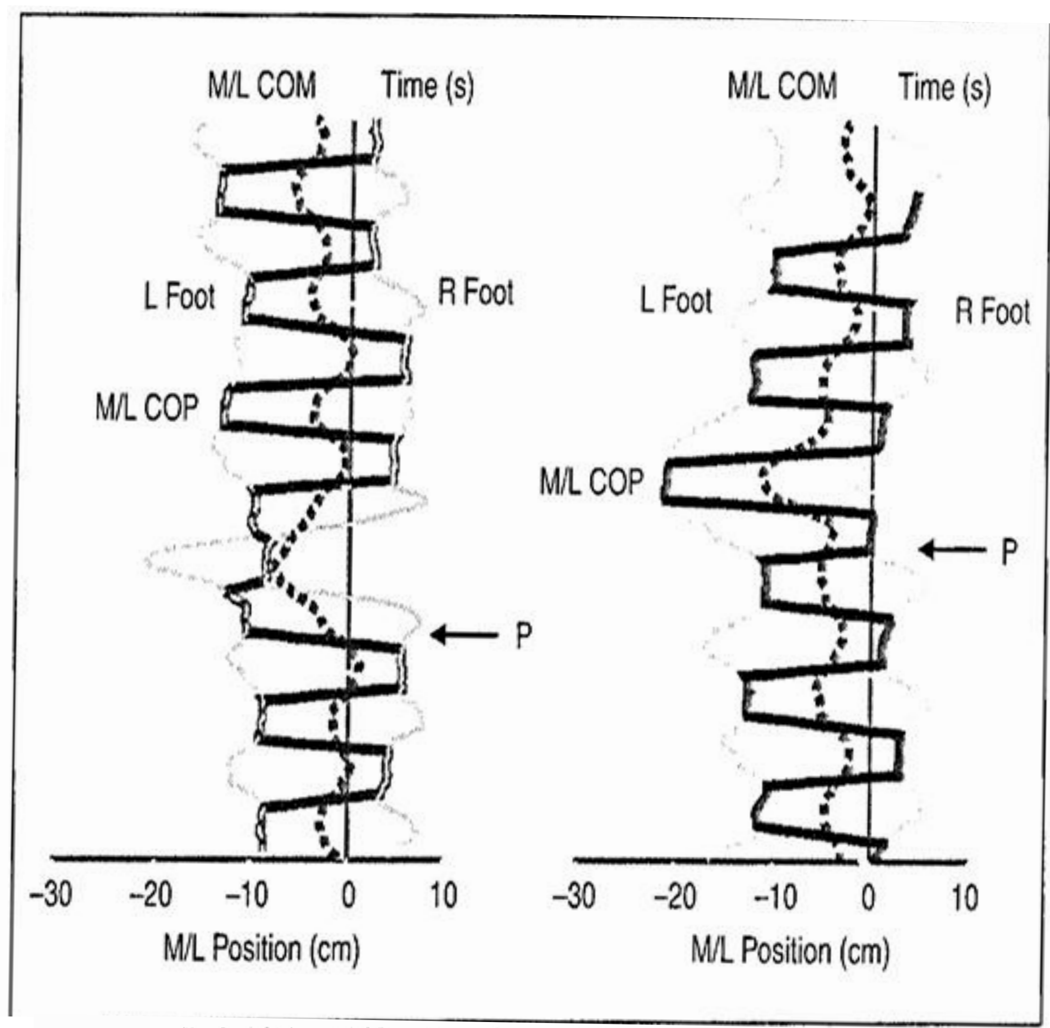


Fig. 3. COM and COP profiles before and following a push from the right at the shoulder level while the person was walking on a treadmill are shown. COP profiles are estimated from foot marker profiles. The left panel shows response when the left foot is on the ground: note how the right foot crosses over to be placed ahead of COM. The right panel shows response when the right foot is on the ground. Perturbation onset (P) is indicated by an arrow.

Fig.35 Response reversal observed during medio-lateral perturbations, applied during Human locomotion [24]

8.2. Enfoque de nivel mesoscópico.

Movimiento del centro de masas en posición estática.

En equilibrio estático, la proyección del centro de masas (CM) y el centro de presión (COP) se encuentran en el mismo plano. En la vertical, el COP coincide, como modelo proporcional, con la proyección del CM sobre el suelo. Ambos movimientos son similares, pero el movimiento del COP siempre es mayor que el movimiento de la proyección del CM. Esto se puede ilustrar en Biomecánica utilizando un modelo simple: el péndulo invertido (Winter, 1998; Pedotti, 1987) para el equilibrio anterior-posterior. El péndulo gira alrededor de la articulación del tobillo, que tomamos como origen del sistema cartesiano. Si denotamos F, la fuerza actúa sobre el pie mediante la placa de fuerza en el punto (-ζ, η), el COP. El sistema se describe en la aproximación newtoniana mediante las ecuaciones:

$$\begin{aligned} m\ddot{y} &= F_y \\ m\ddot{z} &= F_z - mg \\ I\ddot{\alpha} &= \eta F_z + \zeta F_y - mgL\cos\alpha \end{aligned} \qquad (7)$$

La componente Fz es la misma fuerza que se obtiene de las lecturas de los transductores de fuerza. Para una ligera desviación alrededor del eje z vertical, podemos sustituir cosα por y/L. En una primera aproximación, también podemos establecer Fz = mg, por lo que la ecuación final será:

$$y - \eta \approx \left(\frac{\zeta}{g} + \frac{I}{mgL}\right)\ddot{y} \qquad (8)$$

Después de una sencilla manipulación y poniendo la ecuación en términos del ángulo π/2- α = θ, obtenemos:

$$\ddot{\alpha} - \left(\frac{mgL}{I}\right)\alpha = 0 \qquad (9)$$

Esta ecuación, por supuesto, describe una situación inestable; el péndulo invertido se vuelca. Sin embargo, este procedimiento clásico no explica las características de los paseos aleatorios de las coordenadas estáticas del COP. Estas pueden definirse mediante la ecuación de Hastings y Sugihara 1993 [26], que combina un paseo aleatorio con un término de fricción, como una ecuación de Langevin:

$$dx(t) = -rx(t)dt + dB(t) \qquad (10)$$

Aquí dB es el ruido no correlacionado con media cero

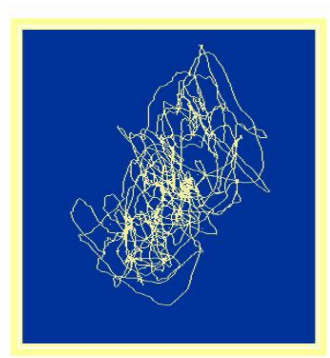


Fig.36 Posturogram- Random Walk of the COP coordinates(for still athletes

Multifractales en la Marcha Humana

Caminar es una actividad voluntaria muy compleja. El patrón típico que muestran las series temporales de intervalos de zancada sugiere mecanismos neuromusculares particulares que pueden modelarse matemáticamente. Hausdorff incorporó la naturaleza fractal de las series temporales de zancada en humanos a un modelo dinámico mediante un modelo estocástico. Posteriormente, Askhenazi et. al. ampliaron este modelo para describir el análisis de la dinámica de la marcha durante el envejecimiento. El modelo consistía esencialmente en una caminata aleatoria en una cadena correlacionada de Markov o de corto alcance. Cada nodo es neuronal y dispara un potencial de acción con una intensidad particular cuando el caminante aleatorio lo solicita. Este mecanismo genera un proceso fractal con aspectos multifractales. El exponente dependiente del tiempo de Holder depende paramétricamente del rango de pasos del caminante aleatorio. El análisis multifractal de la marcha también se utiliza para estudiar la dinámica fractal del movimiento corporal en pacientes con problemas o enfermedades específicas del envejecimiento, como el párkinson o la hemiplejia post-ictus. En las siguientes figuras, podemos observarlo. La variación del exponente de Holder dependiente del tiempo, con el tamaño del paso del caminante a ritmo libre y ritmo del metrónomo a diferentes velocidades [27].

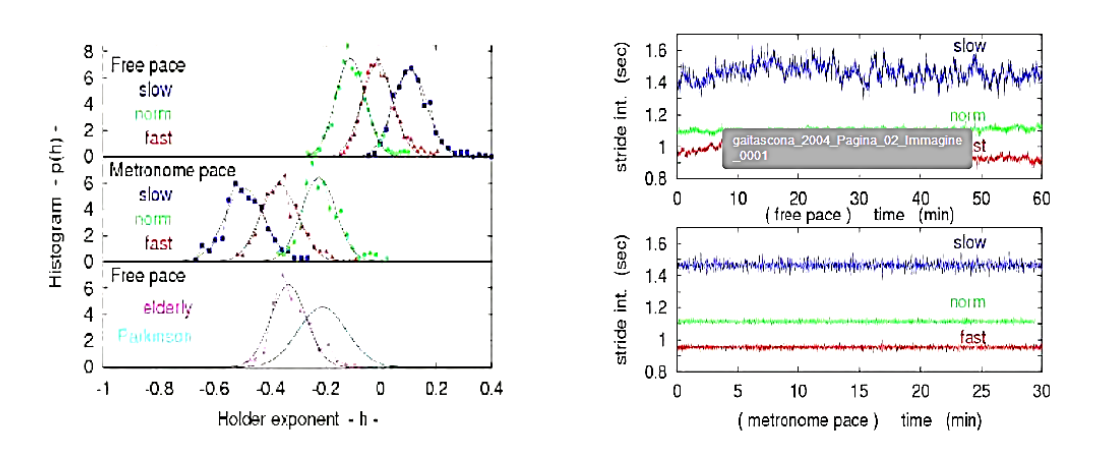


Fig.37, 38, different time series produced by the free pace and metronome pace at different speeds.

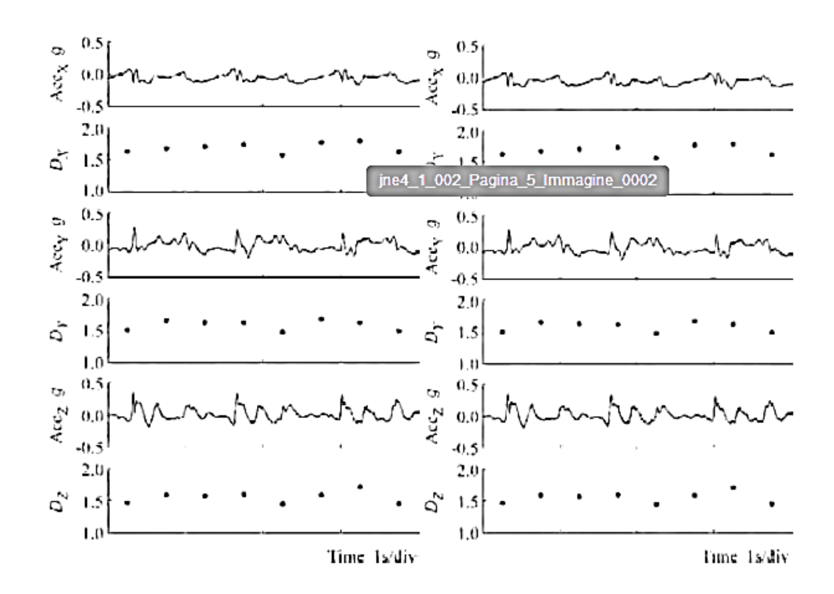


Fig.39, 40 Relative acceleration signals and the corresponding fractal values in post-stroke and Parkinson patients.

Activar Wi

Analicemos las trayectorias cambiantes en competición. No son simples líneas, sino que las trayectorias reales se ven afectadas por el error estándar producido por la desviación del centro de presión durante la marcha. La desviación estándar media de las trayectorias del centro de presión durante la marcha normal descalza de un judoka se muestra a modo de ejemplo en la figura 41.

Las trayectorias mostradas en las figuras japonesas son las trayectorias de desplazamiento más probables en el tiempo, sin considerar el error estándar presente. Si la función f(q,t) nos da la trayectoria de desplazamiento más probable en el tiempo, podemos dibujarla. Esta trayectoria se distingue por los puntos de máxima probabilidad de la misma función durante su evolución temporal. En la figura 42 mostramos la elección que se produce al dibujar las trayectorias de desplazamiento.

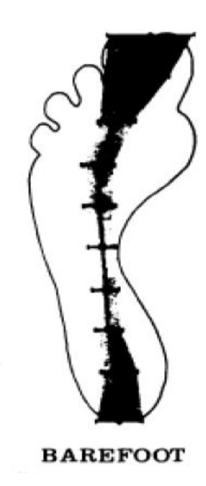


Fig. 41. Desviación estándar de los pies descalzos durante la locomoción normal (Ayumi Ashi)

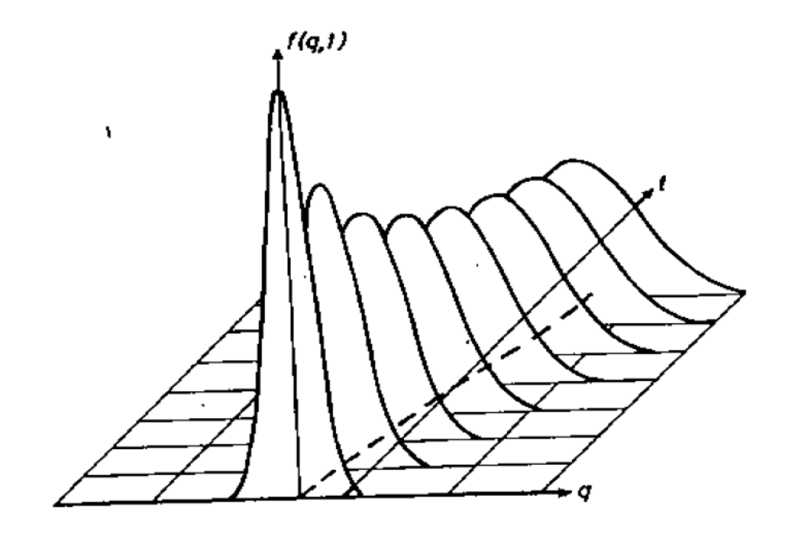


Fig.42 Shifting paths as maximum probability trajectory

8.3. Un enfoque micro/meso para la locomoción

El movimiento de una pareja de atletas en una competición se rige por una ecuación de tipo Langevin. Se trata del segundo modelo de Sacripanti (1989-90). Para el movimiento global, es posible escribir:

$$F = ma = -\mu v + u\sum_j (\pm 1)_j \delta(t - t_j) = F_a + F' \quad (11)$$

Si el sistema de la pareja de atletas se mueve mediante movimiento browniano, será posible determinar la trayectoria más probable y demostrar que esta probabilidad satisface la ecuación de Fokker-Plank, que describe la variación de la probabilidad de presencia de la pareja de atletas en el tatami durante la competición.

$$\frac{\partial f(q,t)}{\partial t} = -\frac{\partial}{\partial q}\left(Kf(q,t)\right) + \frac{1}{2}D\frac{\partial^2}{\partial q^2}f(q,t) \quad (12)$$

- K= - µq es el coeficiente de empuje-tracción;
- D es el coeficiente de difusión.
- Recordando la relación de Einstein, el coeficiente de difusión D puede correlacionarse con la evolución temporal del movimiento del CM de la pareja de atletas.

En el límite de un intervalo de tiempo breve o muy largo, en lo que respecta al desplazamiento medio cuadrático en la colchoneta, que está relacionado con la energía. Para tiempos cortos, es posible escribir:

$$\langle x^2 \rangle \equiv \langle q^2 \rangle = 2Dt = 2\eta O_2 t^2 \qquad (13)$$

y para tiempos largos:

$$\langle x^2 \rangle \equiv \langle q^2 \rangle = 2Dt = 4\eta O_2 \frac{t}{\mu} \qquad (14)$$

Entonces, el coeficiente de difusión D (capacidad de movimiento de la pareja) para tiempos muy largos es proporcional al doble del consumo de energía e inversamente proporcional al coeficiente de fricción. Para tiempos muy cortos, es proporcional tanto al consumo de energía como al tiempo (esto significa que D, en este último caso, no es constante en el tiempo). Si consideramos no el movimiento de CM de una pareja, sino el de cada atleta, se trata de un sistema de dos masas conectadas por un resorte (brazos). Las ecuaciones singulares de Langevin son:

$$\dot{v}_1 = -\gamma_1 v_1 - \frac{kx_1}{m_1} - \frac{k}{2m_1}\left(\frac{\partial}{\partial x_1}(x_1 - x_2)^2\right) + \Gamma_1$$
$$\dot{v}_2 = -\gamma_2 v_2 - \frac{kx_2}{m_2} - \frac{k}{2m_2}\left(\frac{\partial}{\partial x_2}(x_1 - x_2)^2\right) + \Gamma_2 \qquad (15)$$

Si asumimos que ambas fuerzas aleatorias Γ_2 Γ_1 no están correlacionadas (cada atleta lucha contra el otro), la ecuación de Fokker-Plank, que describe la dinámica de la pareja, nos da la función de distribución a partir de la cual se obtiene un promedio de la variable macroscópica por integración:

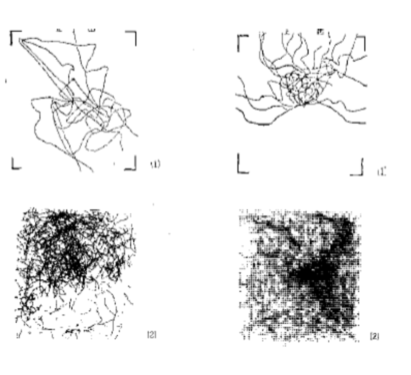
$$\frac{\partial W}{\partial t} = \left\{ \frac{\partial}{\partial x_1} v_1 + \frac{\partial}{\partial v_1}\left[\frac{kx_1}{m_1} - \frac{k}{2m_1}\frac{\partial (x_1 - x_2)^2}{\partial x_1} + \gamma_1 v_1\right] + \gamma_1 \frac{\kappa T}{m_1}\frac{\partial^2}{\partial v_1^2} - \frac{\partial}{\partial x_2} v_2 + \right\}$$
$$\left\{ + \frac{\partial}{\partial v_2}\left[\frac{kx_2}{m_2} - \frac{k}{2m_2}\frac{\partial (x_1 - x_2)^2}{\partial x_2} + \gamma_2 v_2\right] + \gamma_2 \frac{\kappa T}{m_2}\frac{\partial^2}{\partial v_2^2} \right\} W \qquad (16)$$

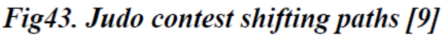
Por ejemplo, para la velocidad media de desplazamiento durante la competición:

$$\langle v(t) \rangle = \int_{-\infty}^{+\infty} v(t) W(v,t)\, dv \qquad (17)$$

Las únicas soluciones experimentales de esta ecuación fueron evaluadas por investigadores japoneses de la Asociación Kodokan en 1971:

1. La velocidad media de desplazamiento (0,30 m/s) durante las competiciones [9].
2. La distancia media recorrida por los judokas (121,1 m).




Fig43. Judo contest shifting paths [9]

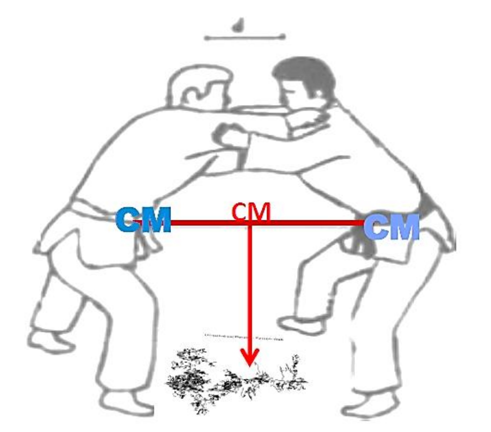


Fig 44. Los cambios de trayectoria en la competición se producen mediante proyección sobre el tatami del Sistema de Pareja CM

Pero el movimiento real es un movimiento tridimensional sumamente complejo. ¿Cómo podemos reconstruir la información tridimensional más compleja a partir de la trayectoria bidimensional del movimiento de la Pareja de Atletas?

El teorema de proyección.

El problema propuesto es que la trayectoria del movimiento es una proyección bidimensional de un movimiento tridimensional complejo y estructurado. La evaluación de las propiedades del volumen a partir de estos datos bidimensionales está lejos de ser evidente, ya que pocas evaluaciones teóricas vinculan las propiedades tridimensionales con las bidimensionales. Recientemente, un estudio teórico muy avanzado ha demostrado que el parámetro H de un fractal isótropo n-dimensional está vinculado a los fractales (n-1)-dimensionales mediante la siguiente función de autosimilitud:

$H_{(n-1)D} = H_{nD} + 0.5$ que en nuestro caso es $\rightarrow H_{2D} = H_{3D} + 0.5$ [28]

La siguiente figura muestra el significado del problema:

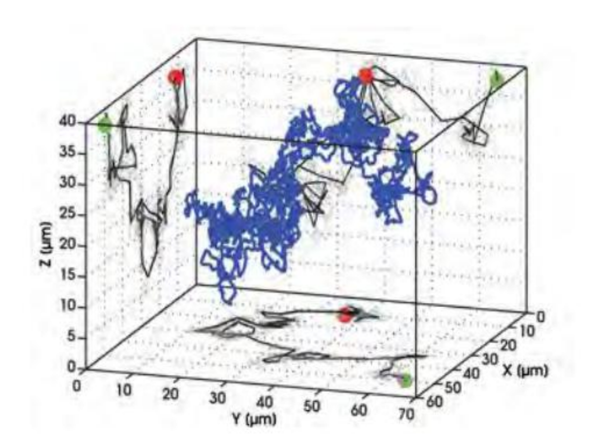


Fig.45 Projection theorem for COM motion in Space

Del enfoque browniano al newtoniano.

En general, en la vida real, la aproximación lineal y la dinámica newtoniana se encuentran en nuestro uso y conocimiento cotidianos. ¿Cómo relacionar la dinámica browniana con la mecánica newtoniana? Einstein y otros físicos ya habían resuelto este problema en el estudio de la difusión. Intentamos extender estos resultados a las trayectorias de desplazamiento en competición.

Es conveniente introducir la probabilidad tridimensional. Para determinar la posición del atleta f (r, p, t) d_3r d_3p, r en el volumen del espacio de posición d_3r y el momento p en el volumen del espacio de momento d_3p, en el instante t, se describe el estado de la lucha observada. Partamos de la distribución definida:

$$f(\mathbf{r},\mathbf{p},t=0) = \delta\,(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0)\delta(\mathbf{p} - \mathbf{p}) \quad (18)$$

Se asocia con las condiciones iniciales del movimiento, donde δ es la distribución de Dirac. No observamos, en el tiempo t > 0, la distribución abrupta asociada con (18).

$$f(\mathbf{r},\mathbf{p},t) = [\mathbf{r} - \mathbf{r}(t)]\delta\,[\mathbf{p} - \mathbf{p}(t)], \quad (19)$$

Como predicen las ecuaciones de Hamilton del sistema del atleta.

$$\frac{dr}{dt} = \frac{p}{m} \quad (20) \qquad \frac{dp}{dt} = F - \mu p \quad (21)$$

Las soluciones se evalúan rápidamente:

$$p(t) = F\tau + (p_0 - F\tau)e^{-\mu t} \qquad (22)$$

$$r(t) = r_0 + \frac{F\tau}{m}t + \frac{\tau}{m}(p_0 - F\tau)\left[(1 - e^{-\mu t})\right] \qquad (23)$$

$$\text{with} \quad \tau = \frac{1}{\mu} \quad \text{the stationary solutions } t >> \tau \text{ are}$$

$$p(t) \approx \frac{F}{\mu} \qquad (24)$$

$$r(t) \approx r_0 + \frac{F}{\mu m}t \qquad (25)$$

Langevin añadió al lado derecho de la ecuación una fuerza estocástica ξ(t), también llamada ruido blanco, para explicar la distribución nítida en términos mecánicos. Se trata de una función aleatoria del tiempo con media cero y una covarianza proporcional a la energía cinética producida, en nuestro caso, por la lucha de los atletas, mediante el trabajo de las fuerzas de empuje y tracción, generadas por el tercer principio de dinámica, entre los pies descalzos de los atletas y la fricción en el tatami.

Para lo cual: $\langle \xi(t) \rangle = 0$.

Al calcular la imagen de Langevin, se encuentra que f es la solución de la llamada ecuación de Klein-Kramers.

$$\frac{\partial f}{\partial t} + \frac{p}{m}\frac{\partial f}{\partial r} + \frac{\partial}{\partial p}\left[\left(F - \mu p - \frac{\mu m v^2}{2}\frac{\partial}{\partial p}\right)f\right] = 0. \qquad (26)$$

Permitiendo $E_k = \frac{\mu m v^2}{2} = 0$ en la ecuación (26) nos da una ecuación diferencial sobre *f,* la cual, matemáticamente hablando, admite las ecuaciones (20) y (21) de Hamilton como sus características.

Físicamente hablando, si E_k = 0, la ecuación (26) admite la solución (19) dada la condición inicial (18). Ahora nos enfrentamos a dos enfoques equivalentes expresados en dos lenguajes diferentes. El enfoque de Langevin se expresa en el lenguaje de la dinámica con una novedad: la fuerza estocástica ξ(t). Al introducir esta última en la segunda ley del movimiento de Newton, obtenemos una ecuación diferencial estocástica. En contraste, el enfoque de Klein y Kramers se expresan en el lenguaje de la física estadística. La herramienta principal es una densidad de probabilidad en el espacio de fases, una solución de ecuación diferencial parcial lineal. Si bien el enfoque de Langevin parece más intuitivo a primera vista y, de hecho, ya se había propuesto, sus matemáticas son sutiles y susceptibles de crítica. El enfoque de Klein y Kramers parece confuso a primera vista debido a su uso del espacio de fases, pero se basa en matemáticas estándar. Definimos el promedio de cualquier observable *O* a partir de la densidad de probabilidad *f* de la forma habitual de la mecánica estadística clásica:

$$\langle O \rangle \equiv \iint O f(r,p,t) d^3r\, d^3p \qquad (27)$$

Es posible demostrar mediante manipulaciones algebraicas que la ecuación (26) implica

$$\frac{d\langle r \rangle}{dt} = \frac{\langle p \rangle}{m} \qquad (28) \equiv (20)$$

$$\frac{d\langle p \rangle}{dt} = F - \mu\langle p \rangle \qquad (29) \equiv (21)$$

Si consideramos que F y µ son independientes del posicionamiento, las ecuaciones de Hamilton (20) y (21) se recuperan en promedio. Por lo tanto, el enfoque newtoniano se relaciona con el promedio en tiempo y espacio largos. Al mismo tiempo, la fBm caracteriza un tiempo muy corto y un espacio meso/micro de observación. La auto afinidad y la

autosimilitud teórica conectan las trayectorias meso/microscópicas y macroscópicas. Para la difusión anómala H<0,5 y H>0,5, las propiedades de escala de estos fenómenos se relacionan en ocasiones con la memoria a largo plazo del proceso. Generalmente, para una lucha en curso, la correlación en el tiempo muestra una ley de potencia inversa. Normalmente, dos es mayor que 2H. Esto significa que la correlación entre dos puntos en el tiempo disminuye al aumentar la separación temporal, el espectro (Transformada de Fourier de Correlación) es una ley de potencia inversa en frecuencia:

$$C(\tau) = \langle X(t)X(t+\tau)\rangle \propto t^{2H-2} \qquad (30)$$

$$S(\omega) = FT\{C(\tau),\omega\} \propto \frac{1}{\omega^{2H-1}} \qquad (31)$$

Para la evolución anti persistente de la lucha contra el espectro, se utiliza una ley de potencia directa en frecuencia. La evaluación, previamente realizada, se basa en la mecánica clásica y la mecánica estadística clásica a escala meso/micro. El fBm es la piedra angular del modelado. El cálculo de variación aplicado al concepto de acción es la forma más general y elegante de la mecánica clásica. El mundo real es un mundo no conservativo. Modelar el mundo real mediante dos enfoques diferentes es similar en apariencia. Sin embargo, un análisis profundo muestra que el segundo dista mucho del anterior.

Para sistemas conservativos, el cálculo de variación es equivalente al método utilizado por Newton. Al mismo tiempo, Newton admite fuerzas no conservativas. Las técnicas utilizadas por las mecánicas lagrangiana y hamiltoniana no permiten abordarlas directamente. En 1931, Bauer [29] demostró que es imposible utilizar un principio variacional para derivar una ecuación lineal de movimiento no conservativa con coeficientes constantes. Treinta años después, Riewe [30] demostró que la derivada fraccionaria proporciona una herramienta elegante para resolver este problema.

Si el Lagrangiano se construye mediante la derivada fraccionaria, la ecuación de movimiento resultante puede ser no conservativa. Por lo tanto, en el mundo natural, la fricción es una presencia ubicua, y un sistema no conservativo es una anomalía. De esta manera, modelar la situación real es más complejo que los enfoques clásicos newtonianos y hamiltonianos, y necesitamos la ayuda de la dinámica fraccionaria.

Enfoque fraccional: Descripción real de la dimensión microscópica

El estudio de patrones de cambio en el proceso microscópico es más complejo. Sin embargo, podría ser una fuente de datos instrumentales. No obstante, el precio para extraer la información oculta es un análisis matemático no trivial de estas series temporales únicas (tanto la longitud como el tiempo de zancada).

El principio general del marco fBm es que la orientación de una trayectoria, expresada en función del tiempo, puede calcularse mediante una dimensión espacial fraccionaria, lo que proporciona una medida cuantitativa de la uniformidad de la trayectoria.

Es posible escribir matemáticamente:

$$D_t^a\left[X(t)\right] - \frac{X(0)}{\Gamma(1-\alpha)}t^{-\alpha} = \xi(t) \qquad (32)$$

El primer término es una derivada fraccionaria. El segundo está relacionado con la condición inicial del proceso. El tercero es siempre la fuerza aleatoria que actúa sobre el COM. El movimiento browniano fraccionario tiene la siguiente covarianza.

$$\langle x(t_1)x(t_2)\rangle = D_H\left[t_1^{2H} + t_2^{2H} - \left|t_1 - t_2\right|^{2H}\right] = \Gamma(1-2H)\frac{\cos \pi H}{2\pi H}\left[t_1^{2H} + t_2^{2H} - \left|t_1 - t_2\right|^{2H}\right] \qquad (33)$$

En este caso, es esencial conocer el desplazamiento cuadrático medio del atleta:

$$\left\langle\left[X(t) - X(0)\right]^2\right\rangle = \frac{\left\langle \xi(t)^2\right\rangle}{(2\alpha-1)\Gamma(\alpha^2)}t^{2\alpha-1} \propto t^{2H} \qquad (34)$$

Mediante esta expresión, podemos entender que estamos en presencia de diferentes movimientos espontáneos del Sistema de Pareja de Atletas sobre el Tatami. Estos pueden compararse con otros procesos de difusión identificados por el parámetro de Hurst.

La representación de la difusión mediante una ecuación estocástica (ecuación de Langevin) suele ser la más difícil de resolver. Normalmente, utilizamos una ecuación de Fokker-Planck análoga. Como se mencionó anteriormente, para completar la solución de un sistema macroscópico, tendríamos que resolver todas las ecuaciones macroscópicas del sistema para el movimiento browniano. Dado que generalmente no podemos hacer esto, utilizamos una descripción estocástica (ecuación de Langevin) en su lugar, describiendo el sistema b. Para la ecuación de Fokker-Planck (16), esto significaría que ignoramos el término de difusión. En particular, el parámetro H es independiente del tiempo. Describe el movimiento browniano fraccional con muestras anti correlacionadas para 0<H<1/2 y muestras correlacionadas para ½<H<1. Si H es = a ½, podemos hablar de movimiento browniano puro. También es esencial que un fBm esté conectado a un Proceso de Punto de Poisson Fractal. Esta característica particular será útil para encontrar la base teórica adecuada para evaluar la probabilidad de victoria y el pronóstico a corto plazo en un combate de judo.

Davidsen y Schuster [31] prestan atención a un método plausible pero sencillo para generar procesos de punto fractales a partir del movimiento browniano ordinario. Su construcción se asemeja a un proceso convencional de integración y reinicio. Sin embargo, difiere en que el umbral, en lugar de la tasa de integración, es un proceso estocástico. Este tipo de comportamiento está presente en la naturaleza. Ocurre en la neurofisiología del cuerpo; por ejemplo, las fluctuaciones de corriente del canal iónico dan lugar a fluctuaciones aleatorias del umbral. En el modelo considerado por Davidsen y Schuster, la tasa permanece fija y el proceso de umbral se considera un movimiento browniano ordinario. Cuando la variable de estado integrada alcanza el umbral, se genera un evento de salida. La variable de estado se restablece a un valor fijo, como con un proceso convencional de integración y reinicio.

También es esencial observar el coeficiente de autocorrelación de fBm, que, como es bien sabido, depende únicamente del incremento temporal. El coeficiente de autocorrelación para todos los tipos de fBm depende únicamente de la razón τ/t, donde τ = t'-t y de variables macroscópicas que fluctúan de forma estocástica. La ecuación de Fokker-Planck es simplemente una ecuación de movimiento para la función de distribución de variables macroscópicas fluctuantes. Para un tratamiento determinista, se ignoran las fluctuaciones de las variables macroscópicas.

$$\rho(\tau,t)=\frac{1}{2}\left(\left|\frac{t}{\tau}\right|^{H}+\left|\frac{\tau}{t}\right|^{H}-\left|\sqrt{\left|\frac{t}{\tau}\right|}-\operatorname{sgn}\left(\frac{\tau}{t}\right)\sqrt{\frac{\tau}{t}}\right|^{2H}\right) \quad (35)$$

Para el caso particular (τ = -t), tenemos $\rho(\tau,t)=\rho(-t,t)=1-2^{2H-1}$ (36)

También recordamos que solo para H=1/2 (Movimiento Browniano Regular) el coeficiente de autocorrelación para t y -t es independiente, mientras que fBm(t) y fBm(-t) están conectados dependiendo del historial previo [31]. Los Trayectos del Atleta (Dromogramas) son la evolución temporal de la proyección del COM de un par de atletas sobre el tatami, resultado de un movimiento espontáneo conectado con el pensamiento estratégico de los atletas.

Generalmente, en el estudio del Análisis de combates, cada acción técnica y proyección se considera perteneciente a una clase del Sistema Markoviano. Esto significa que depende únicamente del instante previo, sin correlación con los movimientos pasados.

El enfoque matemático más avanzado, basado en la Dinámica Fraccional, permite superar esta limitación conceptual y la simplificación matemática. Como hemos visto anteriormente, una característica esencial del modelado fBm para cada luchador son las correlaciones a largo plazo entre los incrementos pasados y futuros. Esto significa que el sistema no es Markoviano y, por lo tanto, es más similar a la situación real. Es interesante observar que las trayectorias humanas

generadas por el pensamiento estratégico son muy similares a las generadas por elementos inanimados. Los regímenes de escalamiento permiten evaluar esto.

De esta manera, una trayectoria de combate puede mostrar, si se analiza correctamente, si el luchador sigue una estrategia de combate específica (tipo de movimiento aleatorio) durante la competición. Por ejemplo, un valor mediano de 0,5 para H indica que no hay correlación entre las acciones, lo que sugiere que la trayectoria mostró una distribución aleatoria (movimiento browniano) markoviano. Por otro lado, si H difiere de 0,5, se puede inferir una correlación positiva (0,5 > H) o negativa (H < 0,5) con su forma de combate, lo que indica que una parte determinada de la iniciativa está bajo control. De hecho, en el primer caso, H > 0,5, el movimiento browniano fraccional presenta una dependencia de largo alcance; por el contrario, si H < 0,5, el movimiento browniano fraccional es un proceso de memoria corta. Dependiendo de la posición de H respecto al valor medio de 0,5, se puede inferir que el sujeto controla en mayor o menor medida la trayectoria (y la evolución temporal del combate).

Cuanto más cercanos estén los regímenes a 0,5, mayor será la contribución de los procesos estocásticos (acciones aleatorias sin estrategia). Además, dependiendo de si H es mayor o menor que los umbrales de 0,5, se puede revelar un comportamiento persistente (de ataque) o anti persistente (defensa/contraataque), respectivamente. En otras palabras, si la proyección COM, en un momento dado, se desplaza hacia una dirección dada, es mayor la probabilidad de que se desvíe en esa dirección (comportamiento de ataque persistente). O, por el contrario, que retroceda en la dirección opuesta (comportamiento defensivo/contraataque anti persistente). La trayectoria contiene más información que el desplazamiento cuadrático medio. En particular, se puede medir la distribución del tiempo de espera a partir de eventos de estancamiento en las trayectorias.

Para procesos anti persistentes pronunciados, se deben observar eventos de inmovilización. Es decir, durante períodos específicos, ninguna coordenada debe mostrar una variación significativa (el atleta detiene la acción de desplazamiento). [32]. Debido a la naturaleza libre de escala de la anti persistencia de fBm, estas paradas deben abarcar múltiples escalas de tiempo [33]. Si ocurren tales eventos, indican la naturaleza del proceso de combate prolongado con un estudio profundo del adversario.

La ausencia de tales características en series temporales más cortas no necesariamente descarta la dinámica de fBm, particularmente para H cercano a uno (movimiento balístico). Las paradas definidas son eventos relativamente raros y posiblemente requieran un combate muy prolongado y de alta intensidad. La igualdad entre estas dos probabilidades (H = ½) indica que no existe una estrategia definida en el combate, como un simple movimiento aleatorio o un proceso estocástico. Esta información, obtenida mediante una simple "expresión matemática" de trayectorias, puede mejorarse añadiendo a la expresión matemática previa otra información complementaria sobre el combate biomecánico. Como las invariantes de competición, las invariantes de acción, la superficie poligonal práctica de ataque, la dirección del desplazamiento, el tiempo y la posición de la acción de agarre, el Sen No Sen en los agarres, los "loci" de los lanzamientos, la longitud o cantidad de desplazamiento, la velocidad media, la utilización del área de superficie, etc., es posible, con esta información complementaria adicional, obtener mucha información estratégica útil.

La información, ordenada por importancia o efectividad, también es útil para el entrenamiento y los atletas. Este es un ejemplo de la información avanzada que se puede obtener mediante esta herramienta práctica subestimada: los patrones de cambio de los atletas. Nuestro análisis comenzó desde la locomoción macroscópica hasta el enfoque microscópico del movimiento del COM en el espacio 3D [34], que es fBm. De lo cual se deriva la conexión con el fBm descrito por la perpendicular del COM del atleta en el tatami. Además, sin considerar el error estándar conectado. Posteriormente, es fácil descubrir que el movimiento perpendicular de la Pareja de Atletas COM es nuevamente un fBm a nivel microscópico. Sin embargo, también se demostró que, gracias a la auto afinidad, al escalar a nivel macroscópico en el intervalo de tiempo y la trayectoria espacial largos, el movimiento siempre es browniano. En apoyo de este razonamiento conectado, se presentó una demostración teórica en otro artículo [35].

Presenta una teoría física basada en Langevin (conectada con Newton, recordando que es una derivación formal de una ecuación de Langevin de la mecánica clásica). Explica el surgimiento y la omnipresencia de los "movimientos fraccionarios", como el movimiento browniano, el movimiento de Lévy, el movimiento browniano fraccionario y el movimiento de Lévy fraccionario.

En el artículo se presenta una forma general de dinámica de Langevin a "nivel micro", con infinitos grados de libertad. Al escalar del nivel micro al macro, los numerosos grados de libertad se resumen en solo dos exponentes característicos. El exponente de Noé y José y los movimientos fraccionarios antes mencionados surgen universalmente.

Los dos exponentes anteriores categorizan los movimientos fraccionarios y determinan sus propiedades estadísticas y topológicas. Esta teoría práctica establece una base unificada de Langevin para los movimientos fraccionarios, que, como sabemos, constituye la descripción básica de las trayectorias de cambio en el judo. Como se muestra, el estudio de las trayectorias de cambio es un trabajo arduo y complejo, ya que se enmarca en trayectorias fractales y autosimilares producidas por dinámicas caóticas (irregulares).

En un área tan compleja, ¿es posible optimizar la planificación del movimiento de los atletas en combates de judo? La optimización de sistemas estocásticos es muy compleja y probablemente insoluble. Sin embargo, es posible superar esta dificultad modificando la visión global del diseño, considerándolo dentro de los problemas de tráfico. Tradicionalmente, en la teoría del tráfico, la planificación del movimiento se define como la búsqueda de una trayectoria sin colisiones desde la configuración inicial hasta la configuración final.

Es posible tratar el movimiento de los atletas como un problema de optimización, considerando la interacción entre ellos y buscando la trayectoria que lleve al adversario a la posición final de simetría rota. Es posible colisionar y aplicar una de las dos herramientas de lanzamiento (palanca o pareja de fuerzas). En esta nueva visión global, es fácil para los entrenadores encontrar una solución de optimización. De hecho, en este nuevo campo de estudio para los entrenadores, no importa la longitud del recorrido en la competición. Lo importante es conectar y estudiar cuidadosamente dos o tres pasos que puedan llevar a la configuración objetivo. Tras la ruptura de simetría y la colisión, el atleta aplica las herramientas de lanzamiento (palanca o pareja) para derribar al adversario.

CONCLUSIONES

Este artículo aborda el problema de la optimización de un deporte situacional dual. Se trata de un comportamiento complejo. La solución, muy útil para profesores y entrenadores, parte de la solución de Kano, que consiste en el consumo mínimo de energía, y se basa en un principio variacional. Sin embargo, este principio es estrictamente aplicable solo a situaciones inculcadas y simplificadas, por lo que resulta útil para fines didácticos.

Para la competición, se debe utilizar un nuevo principio variacional más amplio: el "Principio de máxima efectividad". Este principio, que incluye el del consumo mínimo de energía, también considera las acciones técnicas energéticamente desventajosas, pero muy efectivas para la victoria. Se trata siempre del cálculo variacional, centrado en un extremo de la función de energía mecánica. Sin embargo, no todas las situaciones pueden optimizarse en competición.

Durante la interacción, la habilidad abierta evoluciona continuamente hacia soluciones técnicas y tácticas específicas. Con frecuencia, en situaciones tan cambiantes, los entrenadores no pueden planificar antes de la optimización. También se introduce el concepto de "Optimización Estratégica", considerando la optimización de una competición o secuencia de judo completa, denominada *problema de programación dinámica*. Un *problema de programación dinámica* es un problema de optimización en el que las decisiones deben tomarse secuencialmente durante varios períodos de tiempo vinculados de alguna manera. Una estrategia para un problema de programación dinámica es simplemente un plan de contingencia, es decir, un plan que especifica qué hacer en cada etapa en función de todo lo ocurrido hasta ese momento.

Es posible demostrar, bajo ciertas condiciones, que una estrategia óptima markoviana es una estrategia óptima para el problema de programación dinámica en cuestión. A partir de esto, construimos una Ecuación de Energía Heurística de la competición mediante un Algoritmo Constructivo, que construye una solución final iterativamente a partir de una solución

parcial (incompleta). Esta ecuación es, a su vez, un problema variacional que considera el mínimo de cada contribución durante la secuencia de competiciones.

Finalmente, se presenta un estudio completo del problema complejo del cambio de trayectoria de una pareja de atletas, con numerosos puntos interesantes. Sin embargo, en términos de optimización, solo una sección corta de las trayectorias de cambio completas se puede utilizar para construir una situación objetivo en la que será posible colisionar y aplicar las herramientas de lanzamiento para producir una interacción ganadora.

Bibliografía

[1]. Pierre Luis Moreau de Mapertuis. ***Les Loix du mouvement et du repos déduites d'un principe metaphysique.*** Paris 1746.
[2]. Blazevich. ***Sports Biomechanics***: ***The basic Optimising Human Performance*** A&C Blake Publisher 2007. *ISBN 9780713678710*
[3]. Sacripanti. ***Biomeccanica degli Sports: un viaggio nella fisica dello Sport.*** Ed Il Vascello 2004 *ISBN 88-89448-00-8*
[4]. Bini. ***Biomechanics of Cycling.*** Springer 2014 *ISBN 3219055380*
[5]. Riewald, Rodeo. ***Science of swimming faster.*** Human Kinetics 2015. *ISBN 978-0-7360-9571-6*
[6]. Pedregal. ***Introduction to Optimization.*** Springer, 2004 *ISBN 0-387-49398-1*
[7]. Xu, Wang, Wu. ***Optimization Methods: Theory and Application.*** Springer, 2015 *ISBN 978-3-662-47043-5*
[8]. Kōdōkan, editors: ***Illustrated Kodokan Judo.*** Tōkyō: Kōdansha; 1986
[9]. Yokoyama S, Ōshima E: ***JŪDŌ. Manuel de jiu-jitsu de l'école de Kano à Tokio.*** Y. Le Prieur (Transl.), Paris & Nancy, France: Berger-Levrault Éditeurs; 1911. [in French]
[10]. Sacripanti A. ***Biomechanical classification of judo throwing techniques (Nage Waza).*** 5th International Symposium of Biomechanics in Sport, Greece: Athens; 1987; p. 181-194. http://cdsweb.cern.ch/record/1111755
[11]. Sacripanti A. ***Biomechanics of Kuzushi-Tsukuri and interaction in Competition.*** Paper presented at SPASS International Conference, September 5-9th, 2010, Lignano Sabbiadoro, Italy. http://arxiv.org/abs/1010.2658
[12]. Sacripanti. ***A Biomechanical Reassessment of the Scientific Foundations of Jigorō Kanō's Kōdōkan Jūdō,*** Cornell University Library. Available from URL: http://arxiv.org/abs/1206.1135
[13]. Sacripanti. ***How to enhance the effectiveness of Direct Attack Judo throws "Dr Kano's dream: Judo rotational application"*** Italian version Athlon 2014 N°4
[14]. Busemann. ***The Geometry of Geodesics .*** Academic Press Publisher 1955.
[15]. Sacripanti. ***Advances in judo biomechanics research. Modern evolution of ancient roots.*** Saarbrücken, Germany: VDM Verlag Dr Müller Aktiengesellschaft & Co. KG.; 2010**.** ISBN-13 978-3639105476
[16]. Sacripanti. ***Judo road to Ippon.*** Invited presentation at Congress, Applicable Research in Judo, Zagreb 02.13. 2015
[17]. Sundaram. ***A first course in optimization theory.*** Cambridge University Press 1996.
[18]. Glasser. ***Medical Physics,*** Year Book Publishers Inc. 1947
[19]. Human walking
[20]. Medvev. ***Measurement of human locomotion.*** CRC 2001 ISBN 0-8493-7675-0
[21]. Minetti and co-workers. ***The mathematical description of the body centre of mass 3D path in human and animal locomotion.*** Journal of Biomechanics, 44, 2011
[22]. Tesio and co-workers. ***The 3D centre of mass during adult human walking on force treadmill.*** Journal of Biomechanics, 43, 2010
[23]. Mombaur &,Berns. ***Modeling, Simulation and Optimization of Bipedal walking.*** Springer 2013 ISBN 978-3-642-36367-2
[24]. Perry. ***Gait Analysis normal and pathological functions.*** SLACK incorporated 1992 ISBN 978-1-55642-192-1
[25]. Patla, Wijneberg, and Hill. ***"Control of CoM by COP explains the response reversal observed during medio-lateral perturbations applied during Human locomotion".*** Gait & Posture, vol. 9 (suppl. 1): S4, 1999.
[26]. Borg. ***Review of non-linear methods and modelling.*** Biosignal 2005
[27]. Scafetta et coworkers. ***Holder exponent spectra for human gait.*** Physica A 328 (2003) 561-583
[28]. Lemineur and coworkers. ***The projection theorem for multidimensional fractals*** ISSC 2006

[29]. Bauer. ***Dissipative Dynamical Systems***. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 17(5) 311-314. (1931),
[30]. Riewe. ***Nonconservative Lagrangian and Hamiltonian mechanics.*** Phys. Review E (3) 53(2) 1890-1899. (1996)
[31]. J. Davidsen and H. G. Schuster. ***A simple Model for 1/f noise*** Phys. Rev. E 65, 026120 (2002).
[32]. Lowen & Teich. ***Fractal based Point processes.*** A John Wiley & Sons, Inc., Publication 2005
[33]. Metzler and coworkers. ***Analysis of Single Particle Trajectories: From Normal to Anomalous Diffusion.*** Acta Physica Polonica B 2009 vol 40N
[34]. Mura. ***Non-Markovian stochastic processes and their application: from anomalous diffusion to time series analysis.*** PHCD thesis Bologna University, 2007
[35]. Eliazar & Shlesinger. ***Langevin unification of fractional motions***. J Phys. A: Math. Theor. (2012) 45
[36]. Kot. ***A first course in the calculus of variation.*** American Mathematical Society, reprint 2014
[37]. Sacripanti & Pasculli. ***Judo match analysis an undervalued coaching tool.*** World Congress of Judo Researchers Rotterdam 2009

APÉNDICE V

La complejidad de la investigación experimental en judo

Seguridad en niños judocas: Metodología y resultados

Attilio Sacripanti: Comisión Científica de la EJU, FIJLKAM
Tania de Blasis: Universidad de Tor Vergata, FIJLKAM

Contenido

- Introducción
- Criterios de seguridad del sistema
- Mecánica de las técnicas de proyección y biomecánica del impacto
- Criterios de seguridad: Análisis mecánico de caídas producidas por proyecciones de judo
- Ciencia de los materiales del tatami y termodinámica.
- Efecto elastocalórico
- Proyecciones de judo y su forma específica de caída en el análisis de seguridad
- Fundamento de la investigación
- Cámara térmica Avio y medición de la superficie de impacto.
- Datos que evalúan el riesgo máximo de caídas producidas por proyecciones de judo en niños judocas: Información mecánica y térmica.
- Datos del "maniquí de judo" y metodología de prueba de impacto.
- Criterio de lesión craneal, probabilidad de fractura de cráneo, índice de trauma torácico, criterios de compresión. Resultados del "maniquí de judo".
- Hazard Training Sentinel: Asistente digital para el entrenamiento de niños judocas.
- Conclusiones.
- Bibliografía.

- **Introducción**

La pregunta recurrente es: ¿Son los derribos de judo realmente peligrosos para los niños?

En internet o en algunos libros, se puede encontrar información como esta: «Debido a que el judo implica derribos, volteretas y derribos, presenta una mayor tasa de lesiones en las extremidades superiores. Las lesiones en el hombro, el codo, la muñeca, la mano y los dedos son comunes»…. «Los niños que practican judo sufren más lesiones en el hombro, la parte superior del brazo y el cuello que los que practican karate o taekwondo».[1] En teoría, las caídas producidas por técnicas de derribo de judo podrían ser potencialmente peligrosas, especialmente para los niños, si no se controlan adecuadamente.

Tableau I
Répartition des lésions en fonction de l'âge et du sexe.

Lésions	Sexe	Âge < 10 ans	Âge ≥ 10 ans	Variation (%)
Contusions	Filles	11	17	+54.5
	Garçons	19	30	+58
Fractures	Filles	4	6	+50
	Garçons	20	24	+20
Entorses/Luxations	Filles	0	1	–
	Garçons	1	3	–

TABLE 2
Severity of injuries and relationship of the occurrence Trairing vs. competition

	Gender		General total	Total (%)	Training			Competition		
	M	F			M	F	(%)	M	F	(%)
Grade I – mild	7	1	8	10	5	0	8	2	1	5
Grade II – moderate	1	6	7	9	0	6	9	1	0	2
Grade III – severe	30	19	49	63	23	11	54	7	8	22
None	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Total injuries	38	26	64	83	28	17	71	10	9	29

Fig 1 *Injuries in the function of year and sex (children) [2]* **Fig2** *Injuries in training and competition [3]*

Obviamente, todos los judokas conocen esta situación [4] y los profesores se esfuerzan mucho por enseñar las caídas (ukemi), ya sea solo o en combinación con proyecciones de judo, especialmente a niños. Sin embargo, también es evidente que afirmaciones como las anteriores son generalistas y negativas, y constituyen el principal obstáculo para el aumento de la matrícula de nuevos niños en los dojos (gimnasios) del mundo. En contraposición a estas afirmaciones, el conocimiento del profesor de judo se basa únicamente en diversas experiencias personales, y nunca en una investigación científica completa que lo respalde. ¿Por qué? Porque es muy difícil evaluar científicamente todos los parámetros principales que permiten estas experiencias, ya que pertenecen a muchos campos científicos interconectados, entre ellos: física, mecánica de materiales compuestos, termodinámica, biomecánica del trauma, medicina forense, biología, bioingeniería de pruebas de choque, análisis de riesgos, ciencias de la seguridad y, por último, pero no menos importante, el más complejo: el judo.

- **Criterios de Seguridad del Sistema**

El enfoque filosófico básico en esta situación que debe estudiarse es la seguridad ante caídas por proyecciones de judo infantil, lo que nos lleva a desarrollar el concepto de seguridad, generalmente aceptado en el ámbito de la ingeniería de seguridad. En este campo, el concepto de seguridad requiere una estrategia de gestión de riesgos basada en la identificación de peligros y la aplicación de controles correctivos mediante un enfoque sistémico [5].

En nuestro caso, "Caídas producidas por técnicas de proyección de judo", el peligro es la condición que puede causar lesiones a los niños proyectados por técnicas de judo. Obviamente, nuestro estudio no se centra en el ukemi mal gestionado, sino en la situación habitual: niños que se lanzan entre sí, con sus conocimientos básicos sobre ukemi y proyecciones. Normalmente, se entiende la seguridad como la ausencia de accidentes e incidentes (o como un nivel de riesgo aceptable). Desde esta perspectiva, Hollnagel, Wears y Braithwaite definen esta visión común: Seguridad-I.

En nuestra situación, la seguridad I podría definirse como un estado en el que se producen los menores errores posibles. Un enfoque de Seguridad I presupone que los errores se deben a fallos identificables en situaciones específicas. Se asumía tácitamente (en la práctica de la ingeniería) que la situación analizada podía descomponerse en pasos, y que estos pasos podían mejorarse. A medida que las situaciones se vuelven más complejas, los ajustes se vuelven cada vez más importantes para mantener un resultado seguro, pero también se vuelven más complejos de comprender. El reto para

mejorar la seguridad reside, por lo tanto, en comprender estos ajustes; en otras palabras, en comprender cómo el resultado suele ser correcto.

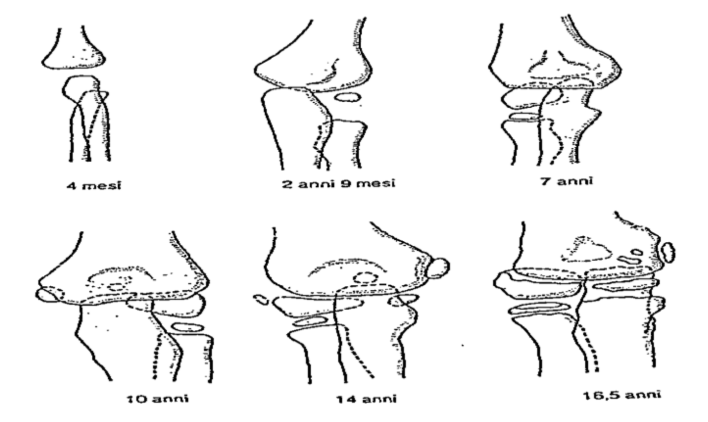
A pesar de la evidente importancia de que los errores sean correctos, la gestión de la seguridad tradicional le ha prestado poca atención. Por lo tanto, nuestra gestión de la seguridad debería pasar de garantizar que «Tan pocas caídas como sea posible se realicen mal» a garantizar que «el mayor número posible de caídas se hagan correctamente». Hollnagel, Wears y Braithwaite denominan a esta perspectiva Seguridad II [6]. Toda esta charla filosófica desemboca para nosotros, como aspecto práctico, en el análisis del percentil 90 de la Gaussiana de Ukemi, estudiado por el límite derecho, que es la zona de los ukemi "que van a la derecha", para entender si son riesgosos para los niños en condiciones cotidianas.

- **Mecánica de las técnicas de lanzamiento y biomecánica del impacto**

No tiene sentido que este trabajo específico analice la mecánica de las técnicas de lanzamiento porque, para cada una, hay infinitos parámetros que varían en el tiempo [7][8][9][10][11][12][13][14][15]. Incluso las trayectorias son infinitamente variables. Por ejemplo, en un estudio japonés sobre caidas, podemos encontrar una expresión como la siguiente: "Los datos cinemáticos del movimiento de caída para Osoto-gari y Ouchi-gari se recopilaron utilizando una técnica de análisis de movimiento tridimensional (200 Hz). Se observan diferencias significativas entre los patrones de movimiento para las dos técnicas, especialmente en los movimientos de las extremidades inferiores". Es necesario cambiar el enfoque de nuestro problema si queremos obtener soluciones significativas, valiosas y generales. Entonces, estudiar cada técnica en sus aspectos mecánicos específicos no tiene sentido porque la variación es infinita y un enfoque estadístico tampoco es bueno. Sin embargo, el instante del impacto y sus resultados biomecánicos es el único tiempo reproducible con significado traumático. Su mecánica se ocupa de las fuerzas de reacción que se desarrollan durante la colisión y de la respuesta dinámica de las estructuras a estas fuerzas.

Este tema tiene una amplia gama de aplicaciones en ingeniería, desde el diseño de equipamiento deportivo hasta la mejora de la resistencia a los impactos de los automóviles. Sus métodos analíticos de solución en nuestro caso se derivan de la sencilla teoría de colisión de Newton sobre cuerpos rígidos.

En general, los médicos saben que las caídas son peligrosas para el cuerpo humano porque, con mayor frecuencia, las colisiones son colisiones plásticas de un cuerpo viscoelástico contra uno rígido. Hoy en día existen herramientas matemáticas que combinan la mecánica del contacto entre cuerpos elastoplásticos con la dinámica de la respuesta estructural [16]. Pero ¿cómo es que los niños están potencialmente más expuestos al peligro de caídas en el judo que los adultos?



Dado que el cuerpo de los niños está en desarrollo y, por lo tanto, sus huesos, dentro de ciertos límites, son más flexibles, esto implica una menor capacidad de absorción de energía y un mayor riesgo para los órganos internos: las articulaciones en desarrollo no se completan, la inserción de los tendones es más frágil y sus cuerpos en posición de pie presentan un mayor desequilibrio que los de los hombres.

En nuestro caso: la caída del cuerpo de un niño, proyectado mediante una técnica de judo, el resultado biomecánico vinculado al instante del impacto es el único punto reproducible con significado traumático general [17][18]. Entonces, a la luz de nuestros criterios de aproximación a la seguridad y recordando tanto el principio de independencia de las acciones simultáneas como la propiedad del vector sumados, es significativo estudiar el instante del impacto en sus peores condiciones, como se muestra de la manera siguiente.

- **Criterios de seguridad: Análisis mecánico de caídas producidas por proyecciones de judo**

Si nos interesa, en el instante del impacto, la ecuación general de movimiento de Galileo es:

$$h(t) = \frac{1}{2}gt^2 + v(t) \qquad (1)$$

v(t) es la velocidad añadida por Tori. Para considerar las peores condiciones, podemos plantear la hipótesis de que la velocidad añadida en el instante de contacto sobre el tatami es proporcional, una fracción de un múltiplo de la velocidad final de caída libre (para h = 1 m), igual a:

$$v_f(t) = k\sqrt{2gh} \qquad (2)$$

Si recordamos que la colisión es un fenómeno impulsivo, la conservación del momento y la definición de fuerza de Newton nos permiten enunciar la siguiente ecuación:

$$\int_0^t Fdt = \int_v^v mdv \Rightarrow \cong F = \frac{mk\sqrt{2g}}{\Delta t} + \frac{m\sqrt{2g}}{\Delta t} \quad with\ h \equiv 1m$$

A partir de la conocida ecuación de la energía cinética, es posible evaluar la fuerza máxima de impacto sobre el tatami, independiente del tiempo, cuando la velocidad añadida por Tori es, como se hipotetizó, proporcional a la velocidad máxima de impacto.

Entonces:

$$E_f = \frac{1}{2}m\left[(1+K)\sqrt{2g}\right]^2 \Rightarrow F_f = \frac{1}{2}\frac{m}{h}\left[(1+K)\sqrt{2gh}\right]^2 \ for\ \ h = 1m$$
$$F_f = (1+K)^2 mg$$

Y K = 0,1,2,3, …n

Ahora, recordando el principio de independencia de acciones simultáneas y la propiedad de suma de vectores, podemos mostrar cómo se relacionan tanto el tiempo de vuelo y la velocidad como la velocidad y la fuerza de impacto.

Todo esto podría representarse mediante curvas paramétricas en función del parámetro k. Por lo tanto, la velocidad total aumenta, la fuerza máxima de impacto aumenta y, en consecuencia, el tiempo de vuelo disminuye. Ambas curvas son válidas para todos los judocas, independientemente de su edad y masa.

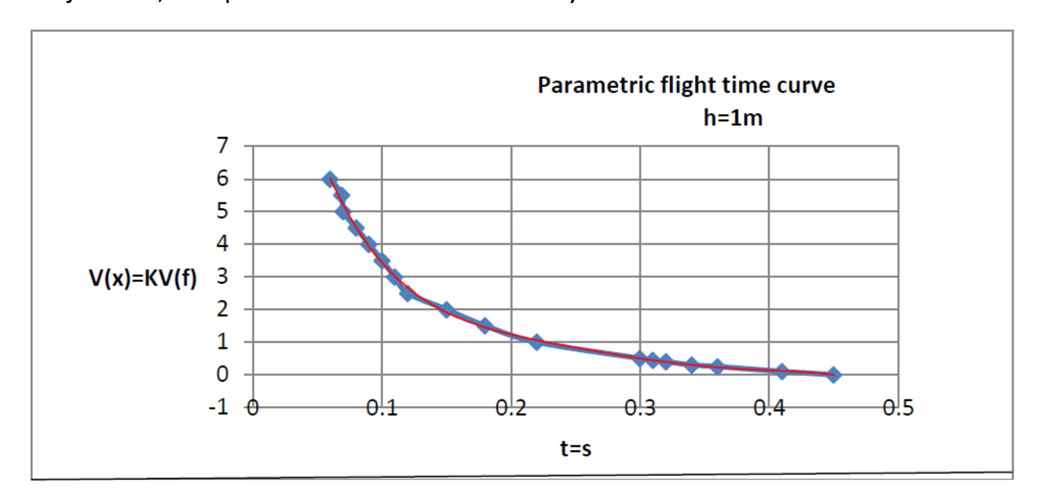


Fig 4 Flight time vs velocity at impact

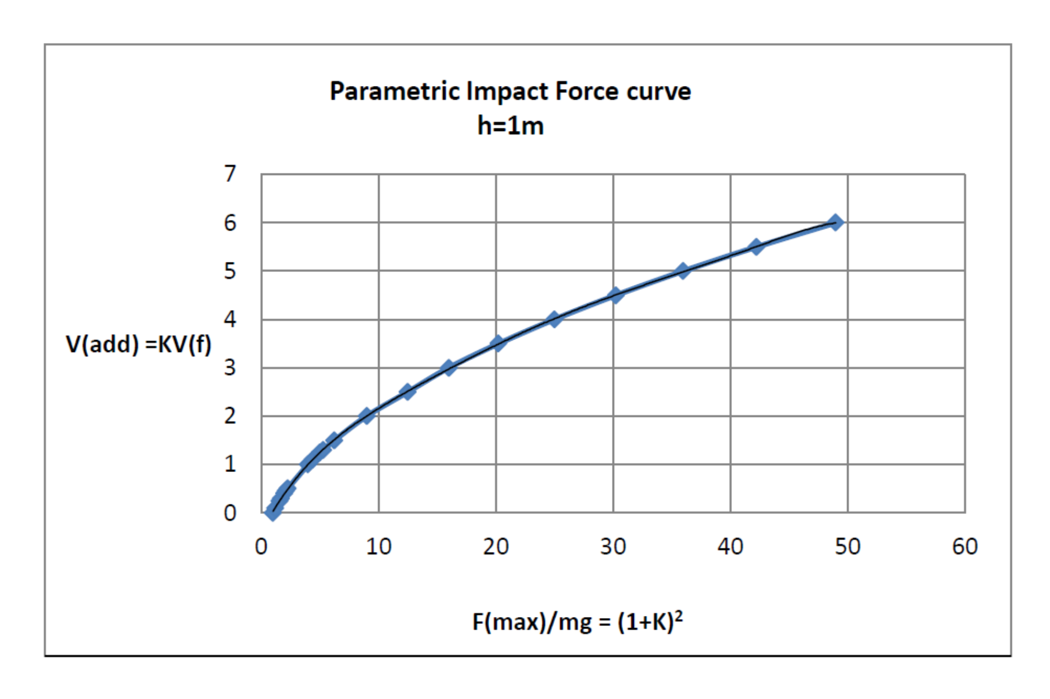


Fig5 Maximum velocity at impact vs Par Maximum Force at impact

De estas dos curvas, válidas para cualquier judoka, desde niños hasta competidores de alto nivel que caen desde una altura de un metro, se desprende claramente que las caídas pueden ser teóricamente peligrosas si la velocidad añadida es alta. Sin embargo, debemos recordar que la velocidad añadida es directamente proporcional a la fuerza aplicada para proyectar al adversario. En el caso de niños que se proyectan entre sí, las fuerzas son pequeñas en comparación con los competidores de alto nivel y, en consecuencia, tanto la velocidad añadida como la fuerza máxima de impacto deberían ser pequeñas, como se muestra claramente en las dos figuras siguientes.

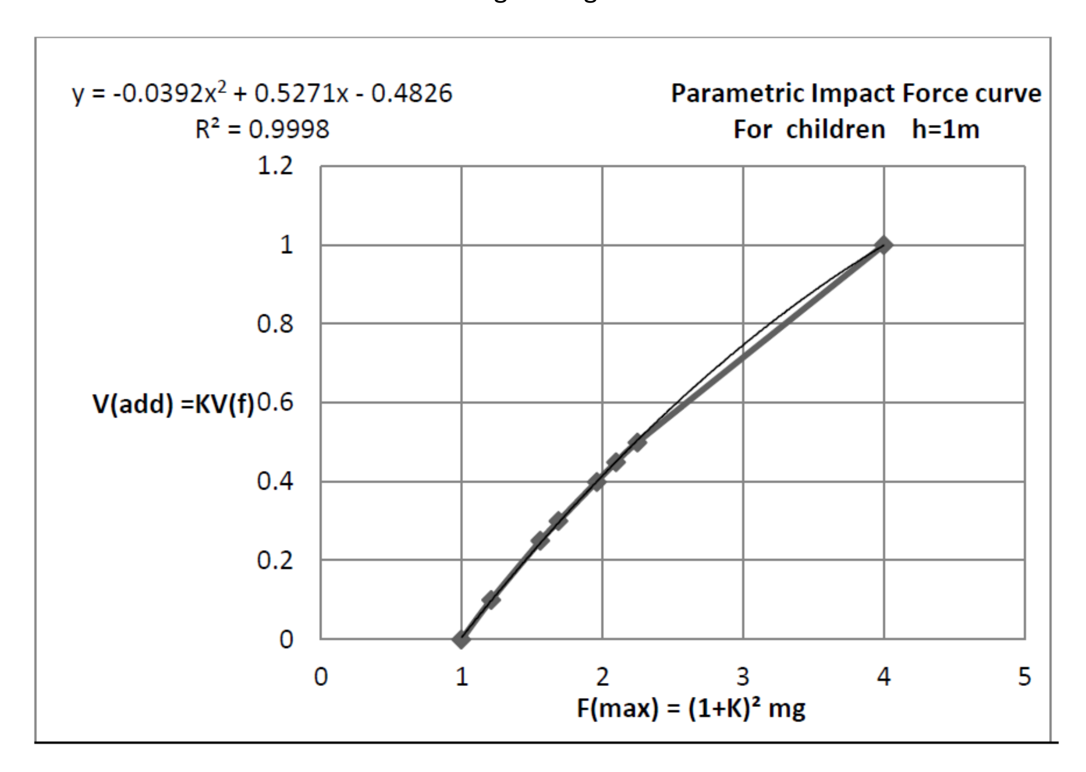


Fig 6 Velocity vs Maximum Force at impact for children

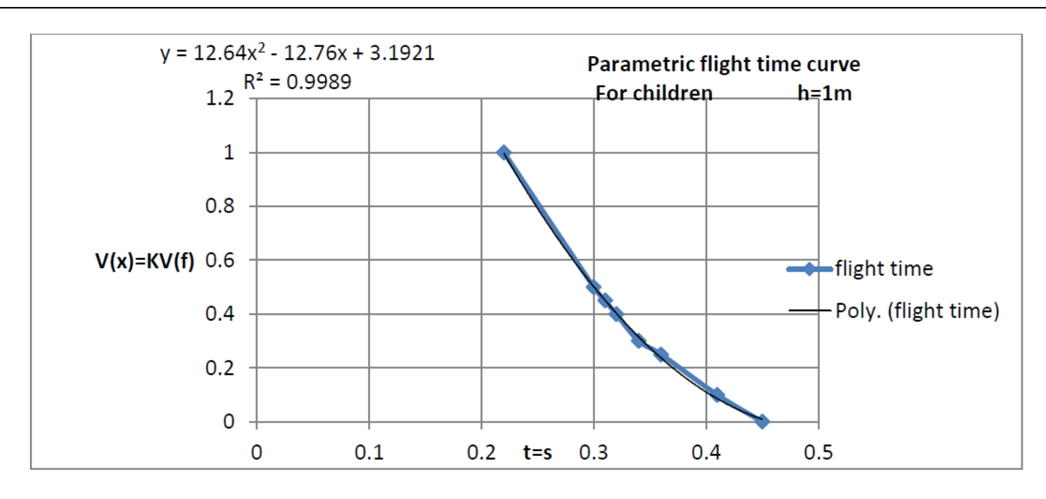


Fig 7 Flight time vs velocity at impact for children

Activar \

- **Ciencia de los materiales y termodinámica de los tatamis.**

La ciencia de los materiales es fundamental en esta investigación, ya que la seguridad depende tanto del material como de la calidad del tatami. En este estudio, analizamos un tatami fabricado con espuma de poliuretano y poliuretano blando recubierto de PVC, aprobado por la IJF, con un espesor de 4 cm y una densidad total de 240 kg/m³. Su resistencia a la tracción es de 2480 N/5 cm y su reducción teórica de la fuerza es de aproximadamente 25 %-40 %.

El PU, inventado por Bayer en Alemania alrededor de 1937, tiene una historia de poco más de 75 años. Se ha convertido en uno de los grupos de polímeros más dinámicos. Su uso abarca prácticamente todos los campos de aplicación de los polímeros: espumas, elastómeros, termoplásticos, termorrígidos, adhesivos, recubrimientos, selladores y fibras.

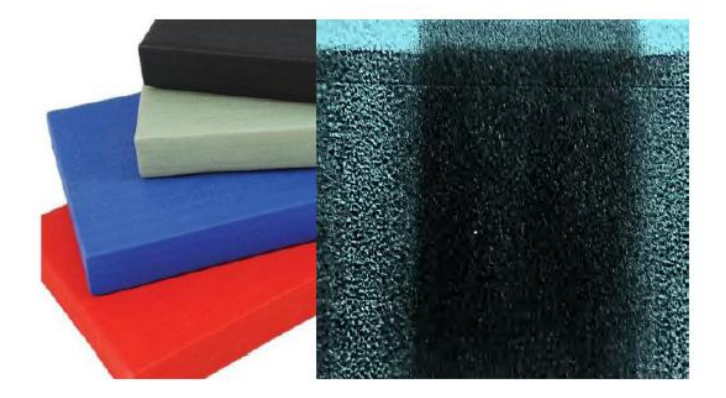


Fig 8 Tatami and vertical constituents section

El PU se obtiene mediante la reacción de un poliol oligomérico [polímero de bajo peso molecular (PM) con grupos hidroxilo terminales y un poliisocianato. La estructura del poliol oligomérico utilizado para la fabricación del PU tiene un profundo efecto en las propiedades del polímero resultante, como afirma Ionescu en su obra enciclopédica [19]. El tatami analizado se construyó con tres capas: la primera de PVC, la segunda de espuma de poliuretano y la tercera de poliuretano semirrígido.

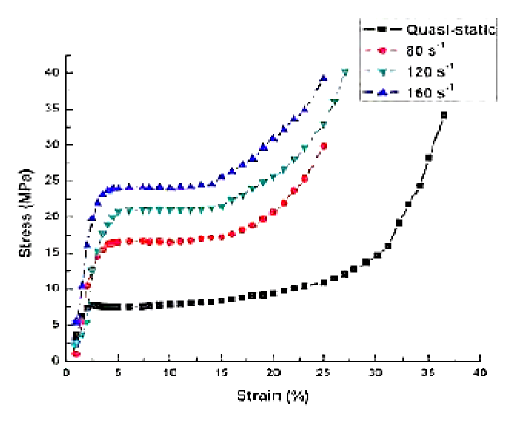


Fig 9 Stress-strain foam curves

La espuma es importante, pero su evolución mecánica es bastante compleja. La respuesta de la espuma se vuelve más rígida al aumentar la velocidad de deformación, y la densificación (bloqueo) se produce muy por debajo de las deformaciones a las que se produce el bloqueo para la espuma deformada a velocidades de deformación cuasi estáticas. En consecuencia, las características de absorción de energía de la espuma se alteran con un cambio en la velocidad de deformación [20].

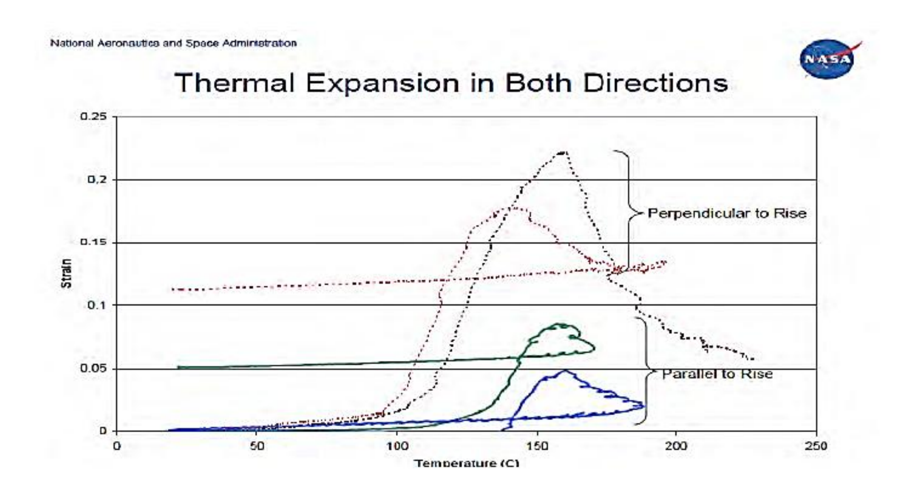


Fig 10 Polyurethane Foam thermal expansion

El comportamiento térmico de la espuma de poliuretano también es muy complejo, como demostraron investigadores de la NASA en trabajos muy interesantes [21]. Dado que la espuma no es un material, sino una estructura, el modelado de la expansión es complejo. Además, se complica por la anisotropía del material. Durante el proceso de pulverización y espumado, las celdas se alargan en la dirección ascendente, lo que les confiere propiedades diferentes en la dirección ascendente que en las direcciones transversales. Sin embargo, nos interesa mucho más la expansión en su compresión y los efectos termodinámicos relacionados. Si la compresión producida por los cuerpos de los niños es rápida, la situación puede aproximarse en términos termodinámicos a una transformación adiabática. Esta transformación específica fue denominada *Efecto Elastocalórico* por Viecheslav Sychev en su libro "Sistema termodinámico complejo" [22].

- **Efecto elastocalórico**

Cuando un cuerpo cae sobre el tatami tras una proyección de judo, el impacto produce una compresión adiabática del tatami, la energía del impacto se absorbe parcialmente y uno de los principales efectos que transforma la energía mecánica en calor es el efecto elastocalórico. La variación de temperatura inducida se expresa mediante el siguiente cálculo sencillo:

$$T = T_0 + \int_0^{\Psi} \left(\frac{\partial T}{\partial \Psi} \right)_{S,P} \partial \Psi \qquad (6)$$

Para resolver el núcleo de la integral, podemos utilizar la ecuación de Maxwell

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \Psi}\right)_{S,P} = -\left(\frac{\partial l}{\partial S}\right)_{\Psi,P} = -\left(\frac{\partial l}{\partial T}\right)_{\Psi,P}\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_{\Psi,P} \quad (7)$$

Y después de unos cálculos sencillos, tenemos la siguiente relación final:

$$T = T_0 - \frac{\alpha_l \overline{T}}{c_p \rho}\Psi \Rightarrow \Delta T = -\frac{\alpha_l \overline{T}}{c_p \rho}\Psi \quad (8)$$

Cuando el Tatami se comprime, la tensión Ψ es negativa y la temperatura del Tatami aumenta, absorbiendo energía.

La relación final anterior (8), recordando la ecuación elástica de Hooke, se puede cambiar como:

$$T = T_0 - \frac{\alpha_l \overline{T}}{c_p \rho}\Psi \Rightarrow \Delta T = -\frac{\alpha_l \overline{T}}{c_p \rho}\Psi = \frac{\alpha_l \overline{T} E \Delta\varepsilon}{c_p \rho} \quad (9)$$

Para obtener un primer orden indicativo de magnitud en nuestra investigación, una evaluación teórica muy simple asegura que con espuma de poliuretano como material de tatami con licencia IJF, con una densidad de 244 kg/m³ y una absorción de energía de entre el 25 % y el 35 %, con una compresión teórica de ≈ 2 mm, la temperatura experimentará un aumento teórico de: 296,15 < T(°K) < 297,0 o en grados Celsius 23 < T(°C) < 23,8. La mecánica y el efecto elastocalórico se relacionan mediante la deformación que produce la compresión del tatami según la ley de Hook. La compresión se produce cuando los cuerpos de los niños caen, y parte de esta deformación, tras la absorción de energía, se devuelve al cuerpo de los niños según el principio de acción-reacción. En fórmulas:

$$\Psi = \frac{F}{A} = E\Delta\varepsilon \Rightarrow \Delta\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad (10)$$

$$\Psi' = -e\Psi \quad (11)$$

Donde e (< 1) es similar al coeficiente de restitución y depende del material del tatami. Recordando que:

$$\Psi' = -e\frac{F}{A} \quad (12)$$

A (Superficie de Impacto del Cuerpo Infantil) es el parámetro clave que buscamos en esta investigación para evaluar el trauma potencial en niños causado por caídas tras proyecciones de judo. La pregunta es cómo evaluar estos parámetros clave mediante la imagen térmica de la superficie corporal de los niños en contacto con el tatami tras las caídas producidas por una proyección de judo. Este fenómeno es bien conocido en termodinámica y es similar a la quema de hierro. Se trata de un problema de conducción transitoria desde el cuerpo del niño hasta la superficie de contacto, que calienta la capa superficial del tatami. Si el niño se aleja rápidamente, es posible registrar con una cámara térmica sensible la imagen del área de contacto del cuerpo durante un enfriamiento convectivo. Un posible ejemplo de ecuación de este fenómeno se presenta, con algunas diferencias, en el conocido libro del profesor Latif [23]. Modelando la capa superficial del tatami como una placa aislante de espesor L, conductividad k y coeficiente de convención α, utilizando la integral de Duhamel para determinar la temperatura transitoria unidimensional de la capa superficial, una solución para un flujo de calor constante será:

$$\overline{T}(x,t) = \frac{L}{k}\left[\frac{3x^2 - L^2}{6L^2} - \frac{2}{\pi^2}\sum_{n=1}^{\infty}\frac{(-1)^n}{n^2}\cos(n\pi x/L)e^{-\alpha(n\pi/L)^2 t}\right] \quad (13)$$

Sin embargo, no necesitamos una solución numérica termodinámica para nuestra investigación, sino una aritmética relacionada con la evaluación numérica del área de contacto. Para ello, la superficie del tatami se dividió en cuadrados de 10 cm x 10 cm, como se muestra en las siguientes figuras, que también muestran la preparación del montaje.

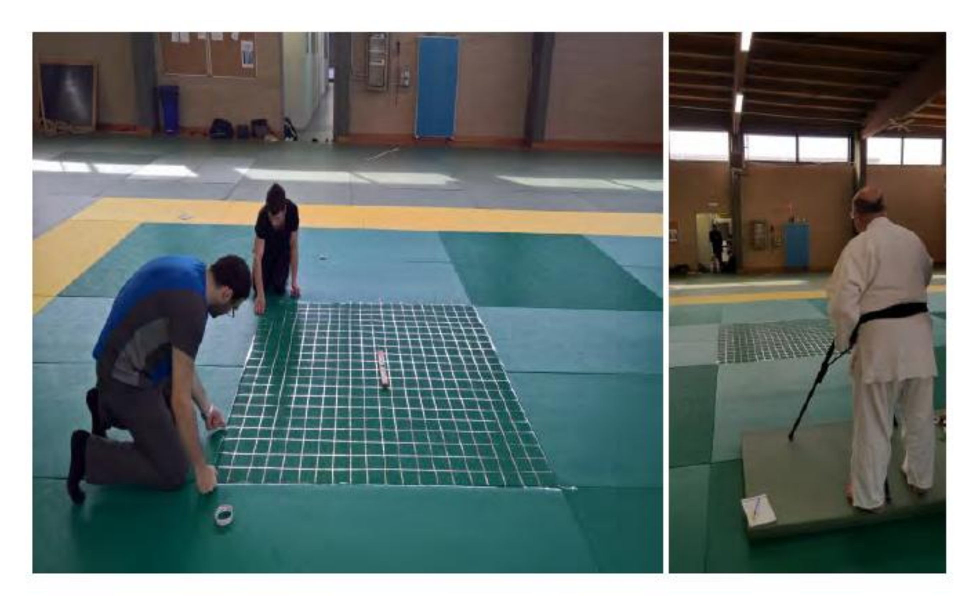


Fig 11 Experimental set up preparation

- **Derribos de Judo y sus Formas Específicas de Caída, en el Análisis de Seguridad**

En nuestra investigación, considerando como parámetro principal, desde el punto de vista de la seguridad, la dirección de la velocidad de caída libre, las técnicas de derribo de judo en posición de pie, considerando también la situación de entrenamiento de principiantes, presentan diversas formas de caída, dependiendo de la mecánica general de la técnica. El enfoque de seguridad implica evaluar de forma diferente, respecto a la convención habitual, los tiempos de vuelo de las trayectorias de proyección. Como ejemplo de nuestro enfoque de seguridad, consideramos dos técnicas principales de derribo: Ippon Seoi Nage en posición de pie y Tai Otoshi. Desde nuestro punto de vista, estas dos técnicas de derribo muestran dos evaluaciones de tiempos de vuelo diferentes. En el Ippon Seoi en posición de pie, dado que la velocidad añadida toma la misma dirección que la aceleración gravitacional solo hacia la segunda mitad de la trayectoria, mientras que en el Tai Otoshi, la dirección del vector ha sido concordante desde el inicio de la trayectoria. En nuestra aproximación, se consideró un vuelo de tiempo completo: el tiempo que Uke tarda en separar los pies del tatami hasta que su cuerpo aterriza sobre él. Debemos considerar para Seoi Nage sólo el tiempo útil para sumar la velocidad a la caída, y esto significa considerar sólo la mitad del tiempo de vuelo en nuestra aproximación, mientras que para Tai Otoshi, el tiempo de vuelo completo es útil para sumar velocidad al aterrizaje final.



Figg 12 13 Examples of times useful for the safety evaluation of the falls of two throws.

Con base en evaluaciones previas, las técnicas de lanzamiento más importantes para niños se dividieron en tres grupos principales: palanca, pareja y el Makikomi (en el que Tori usa su peso para lanzar) (Resaltar que el Sutemi no se usa ampliamente en niños), cubre todos los riesgos potenciales para el Uke, según nuestro análisis de seguridad.

Analizamos:

Para el grupo de palanca: Ippon Seoi Nage, medio tiempo de vuelo

Tai Otoshi, tiempo de vuelo completo

Para el grupo de cupla: Uchi Mata, medio tiempo de vuelo

O Soto Gari, tiempo de vuelo completo

Para Makikomi: O Soto Makikomi, tiempo de vuelo completo

- **Objetivo Racional de la Investigación**

El objetivo de esta investigación sobre la seguridad de los niños judocas en relación con las caídas producidas por técnicas de proyección es definir y aplicar una metodología científica para evaluar el riesgo de caídas por proyección en niños.

A modo de resumen, evaluamos y definimos:

1. La superficie de contacto de los niños con el tatami para cinco proyecciones diferentes.
2. El efecto elastocalórico para evaluar la absorción de energía del material del tatami.
3. La fuerza de reacción al impacto sobre el cuerpo de los niños.
4. Se utilizó un maniquí de judo para aplicar los criterios de seguridad en la prueba de choque.
5. La probabilidad de fractura de cráneo (si la hubiera) aplicando el análisis de riesgo.
6. Tanto el índice de trauma torácico como el índice de compresión.
7. Finalmente, si las caídas correctas de las proyecciones de judo son seguras para el maniquí de judo, también lo son para los niños.

- **Cámara térmica Avio y medición de la superficie de impacto.**

La medición de la superficie de impacto se basa en la conducción dinámica del calor entre el cuerpo de los niños y la capa superficial del tatami. Sin embargo, la radiación también puede contribuir. Por ejemplo, cálculos teóricos sencillos muestran que, en nuestro caso, el cuerpo de un niño irradia sobre un metro cuadrado de tatami a 23 °C, según la ley de Stefan-Boltzmann, aproximadamente una emitancia radiante de 430 W/m².

$$E_m = \varepsilon\sigma T^4 = (0.98)\ 5.67\ \ 10^{-8}\ (296{,}15)^4 \approx 427 \text{ - W/m}^2 \qquad (14)$$

Se han dedicado pocos estudios que utilizan termografía infrarroja al diagnóstico del rendimiento deportivo y de la patología deportiva. Es bien sabido que la actividad deportiva induce un complejo proceso de termorregulación en el que parte del calor se desprende de la piel de los atletas. Dado que no todo el calor producido se puede disipar por completo, se produce un calentamiento muscular que resulta en un aumento de la temperatura superficial de la piel. En particular, el método IRT permitirá, a largo plazo, cuantificar la pérdida de calor.

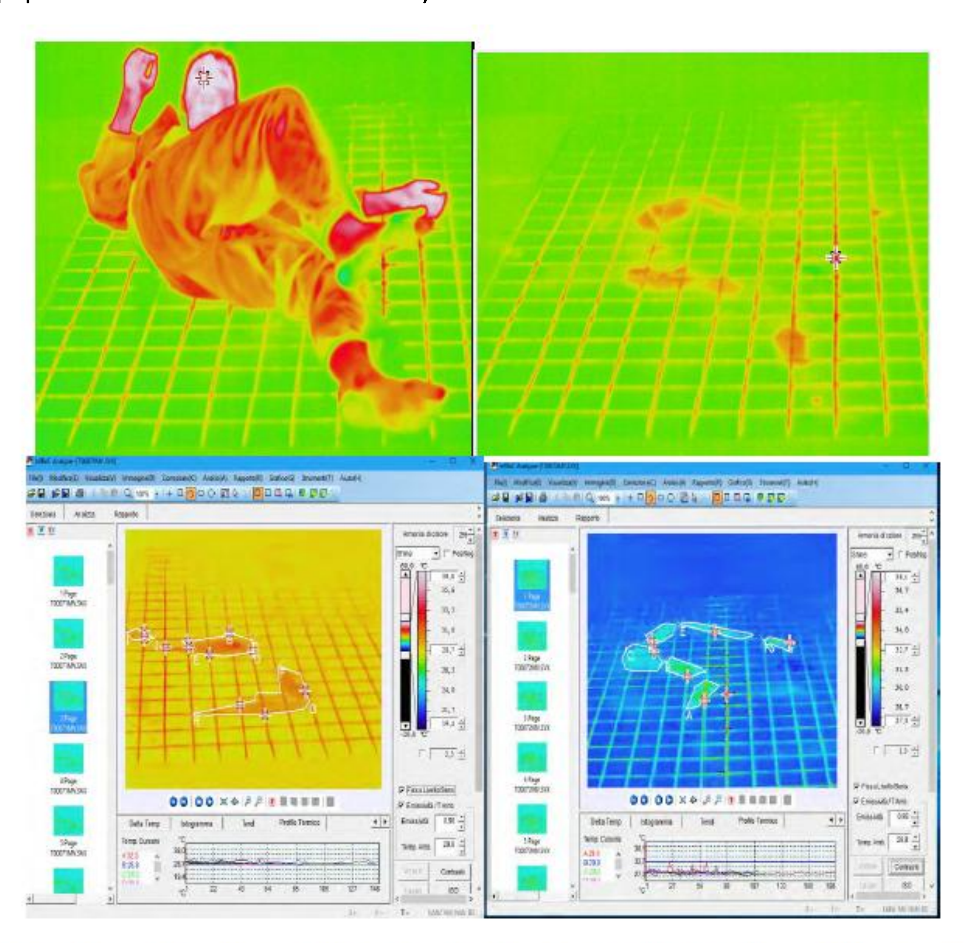
A modo de resumen histórico de la termografía en el deporte [24] en Italia durante el período 1989-1993, el autor, coordinando una investigación conjunta con un grupo de investigadores de tres instituciones italianas (ENEA, CONI y FILPJ), realizó diversas investigaciones con termografía para evaluar, por primera vez, el consumo de oxígeno en los derribos de judo mediante cámaras térmicas. En aquel entonces, las cámaras térmicas se congelaban con nitrógeno líquido. Estas antiguas investigaciones también se recordaron en una publicación reciente [25].

Las investigaciones anteriores se centraron en evaluar no solo la diferencia en el consumo de energía entre dos grupos de lanzamientos (palanca y cupla), sino también en construir una ecuación de intercambio de calor hombre-ambiente para evaluar el consumo medio de oxígeno en una competición real.

Esta investigación se centra en la captura de la imagen térmica de la superficie de contacto corporal dejada por el niño tras la caída del lanzamiento y en su medición. Cuando el cuerpo del niño cae al suelo y toca el tatami, deja una huella térmica producida por conducción térmica dinámica. Esta huella no es visible; la huella térmica desaparece rápidamente debido al enfriamiento por convección de la capa superficial cuando el cuerpo abandona el tatami.

La idea de la investigación es capturar con una cámara térmica rápida y sensible esta imagen de la superficie de contacto, medirla y evaluar, desde el punto de vista de la seguridad, la tensión recibida por el niño, es decir, la fuerza de impacto máxima dividida por la medida de la imagen térmica de la superficie de contacto.

Las siguientes cuatro figuras muestran algunas capturas térmicas obtenidas con la cámara térmica japonesa AVIO 600 de Nippon Avionics. Equipado con el software InfReC Analyzer 9500



Figg, 14-17 thermal capture of fall and track and two thermal tracks bounded and measured.

- **Datos que evalúan el riesgo máximo de caídas por derribos en judo infantil: Información mecánica y térmica**

En este apartado se recopilan los resultados más importantes de la investigación. Estos resultados se dividen en tres áreas principales: Fuente, resultados mecánicos y resultados térmicos

Fuente:

En la fuente, se consideran todos los datos iniciales de los niños analizados y la situación ambiental térmica del dojo FIJLKAM, medida mediante una estación atmosférica Rocktrail.

Year	Height m	Weight Kg	thorax cm	SBA (Costeff) m²
2003	1,47	39,7	75	1,278
2003	1,49	35,4	67	1,185
2002	1,64	58,6	63,1	1,624
2005	1,52	50,7	83	1,491
2002	1,61	52,5	73	1,521
2006	1,42	41,8	80	1,322
1998	1,56	54,3	82	1,553
2008	1,31	27,2	63	0,988
2001	1,77	65,8	90	1,734
2002	1,76	65,6	90	1,731
2001	1,84	98	100	2,122
2000	1,71	52,8	89	1,528
2002	1,46	49,4	80	1,468
2005	1.58	45,2	65	1,389
2004	1,69	66,1	84	1,739
2007	1,51	38,1	70	1,244

Tabla 1. Datos de los niños.

Valores barométricos: Temperatura ambiental: 25-27 °C. Temperatura interna del dojo: 23-25 °C, humedad: 55-57 %. Alt. 0 Nivel del mar

Resultados mecánicos

Ippon Seoi Nage N	Tai Otoshi s	Uchi Mata s	O Soto Gari s	Soto Makikomi s
0,365	0,55	0,245	0,25	0,68
0,415	0,69	0,34	0,34	0,46
0,44	0,65	0,35	0,57	0,73
0,315	0,56	0,31	0,4	0,44
0,37	0,5	0,47	0,44	0,84
0,265	1,00	0,395	0,29	0,81
0,35	0,69	0,37	0,26	0,87
0,33	0,58	0,3	0,33	0,68
0,57	0,41	0,315	0,53	0,6
0,495	0,68	0,4	0,4	0,71

Tab 2 Experimental flight time measured for five throws with a digital chronograph



Fig, 18 the experiment in visible light

Ippon Seoi Nage m/s	Tai Otoshi m/s	Uchi Mata m/s	O Soto Gari m/s	Soto Makikomi m/s
0,22	0	0,82	0,79	≤0
0,07	≤0	0,31	0,31	0
0,02	≤0	0,27	0	≤0
0,43	0	0,45	0,11	0,02
0,2	0	0	0, 02	≤0
0,7	≤0	0,12	0,55	≤0
0,27	≤0	0,2	0,73	≤0
0,36	0	0,5	0,36	≤0
0	0,09	0,43	0	≤0
0	≤0	0,11	0,11	≤0

Tab 3 Maximum Velocity parameter evaluated by fig. 7

Ippon Seoi Nage N	Tai Otoshi N	Uchi Mata N	O Soto Gari N	Soto Makikomi N
1,5	1	3,28	3,16	≤1
1,15	≤1	1,74	1,74	1
1,04	≤1	1,64	1	≤1
2,03	1	2,1	1,24	1,04
1,45	1	1	1,04	≤1
2,84	≤1	1,27	2,39	≤1
1,64	≤1	1,45	2,94	≤1
1,85	1	2,24	1,85	≤1
1	1,18	2,03	1	≤1
1	≤1	1,24	1,24	≤1

Tab 4 Maximum Force parameter evaluated by fig. 6

Resultados mecánicos sobre el riesgo para niños:

- Fuerza máxima de impacto: 1,55 mg, 1,78 mg, 1,76 mg, 1,76 mg
- Velocidad máxima de impacto (m/s): 5,39; 4,79; 5,81; 5,71; 4,48
- Esfuerzo máximo (MPa): 0,13; 0,05; 0,09; 0,07; 0,05.

1 atmósfera = 0,1 MPa
Compresión máxima experimental de la costilla: 0,0075 mm

Thermal results about hazard for children

Ippon Seoi Nage cm²	Tai Otoshi cm²	Uchi Mata cm²	O Soto Gari cm²	Soto Makikomi cm²
45	60	80	85	120
70	75	110	140	85
55	70	115	120	100
75	85	95	95	95
65	85	110	140	95
70	105	75	180	130
55	140	90	80	100
50	105	80	75	80
60	110	90	150	70
55	95	75	90	115

Tab 5 Contact Surfaces evaluated by thermal images ±7%

Máximo estrés (MPa): 0.13; 0.05; 0.09; 0.07; 0.05

Efecto elastocalórico evaluado experimentalmente para cinco lanzamientos:

En grados Kelvin	*En grados Celsius*
296,15 < T(°K) < 296,17	23 < T(°C) < 23,02
296,15 < T(°K) < 296,16	23 < T(°C) < 23,01
296,15 < T(°K) < 296,168	23 < T(°C) < 23,018
296,15 < T(°K) < 296,165	23 < T(°C) < 23,014
296,15 < T(°K) < 296,16	23 < T(°C) < 23,01

Estas mediciones experimentales nos permiten evaluar la compresión del tatami conectado, que es de aproximadamente 0,5 mm. La evaluación teórica previa para obtener una medida de referencia del aumento de temperatura fue de 2 mm. Esta evaluación es una medida indirecta de la baja intensidad de las fuerzas aplicadas en niños que entrenan técnicas de lanzamiento de judo.

- **Datos para el "Muñeco de Judo" y la metodología de la prueba de impacto.**

Existe un gran problema a la hora de traducir todos los cálculos biomecánicos y térmicos a efectos fisiológicos. De hecho, no existe una forma aceptada a nivel mundial para vincular los datos de biomecánica de impacto con el riesgo de traumatismos en niños. Tras una amplia investigación [26] [27] [28] [29] [30] [31] [32] [33], en nuestra opinión, el único método aceptado en el ámbito médico y de ingeniería es el enfoque de la prueba de impacto, considerado suficientemente objetivo.

Siguiendo este enfoque, para objetivar y generalizar los resultados previos de judo, definimos un "Muñeco de Judo", construido con los datos promedio de niños reales, al que se le aplican las fuerzas de impacto promedio evaluadas durante los experimentos. Normalmente, el maniquí se utiliza en una prueba de impacto para obtener datos de incidentes reales entre vehículos. Mantenemos el término original "Judo" para comprender mejor el uso del método de prueba de choque. Sin embargo, en esta investigación, el "Muñeco Judo Boy" se refiere al "Judo Boy" de referencia, definido como el tamaño promedio de los niños que practican judo. Desde una perspectiva médica, el resultado es similar al del "Hombre de Referencia" para la radio protección [34]: se trata de un ser humano con un tamaño y fisiología estadísticamente promedio, utilizado en modelos de investigación de nutrición, farmacología, población, protección radiológica, etc. Por lo tanto, usamos "Judo Boy" para "Judo Children" de referencia y utilizamos el significado aceptado en la metodología de prueba de choque para establecer similitud. Siguiendo la metodología de pruebas de choque, a este maniquí se le aplicará la tensión promedio producida por cada técnica. Para ello, se pueden utilizar fórmulas validadas en la metodología de pruebas de choque, y se obtendrán los resultados de riesgo para niños asociados con caídas producidas por técnicas de lanzamiento de judo.



Fig 19 20 from Crash test Dummy to Judo boy Dummy: "Gennaro Kano."

- **Criterio de Traumatismo Craneoencefálico, Probabilidad de Fractura de Cráneo, Índice de Trauma Torácico, Criterios de Compresión. Resultados para el "Muñeco de Judo".**

En la metodología de choque, existen índices definidos y aceptados que establecen la conexión entre la biomecánica del impacto y el riesgo o la lesión fisiológica. Estos criterios de traumatismo craneoencefálico dependen directamente de la aceleración de la cabeza y el tiempo de impacto. Este criterio está directamente relacionado con la probabilidad de una posible fractura de cráneo.

$$HIC = max\left[\frac{1}{t_2 - t_2}\int_{t_1}^{t_2} a(t)dt\right]^{2,5}(t_2 - t_1) \qquad (15)$$

$$p(fracture) = N\left(\frac{\ln(HIC - \mu)}{\sigma}\right) \qquad (16)$$

El otro índice importante es el Índice de Trauma Torácico (TTI), que es un parámetro importante basado en la aceleración del tórax multiplicada por la masa corporal real dividida por la masa corporal promedio del hombre, con una conexión con la edad del sujeto [35]. Este índice no está conectado directamente con el riesgo de biomecánica del impacto, pero es un índice indicativo de los posibles traumatismos contundentes.

$$TTI = 1{,}4AGE + 0{,}5(RIB_y + T12_y)(M/M_{std}) \qquad (17)$$

La Escala Abreviada de Lesiones (AIS) es un índice que está más relacionado con la fisiología y se relaciona con los criterios de compresión. Defino la compresión (C) como la deformación torácica dividida entre el grosor del tórax.

$$AIS = -3{,}78 + 19{,}56C \qquad (18)$$

Al evaluar los datos mecánicos y térmicos de los índices de la prueba de choque del "Judo Boy Dummy", podemos determinar si el judo es, en términos generales, un deporte seguro para niños.

TTI = 26,4; 22,3; 26,5; 26,7; 21,7 <<80 Sin evento traumático.

AIS = -3,74; -3,76; -3,76; -3,76; -3,76. <<0

Aplicando la compresión teórica de 2 mm en lugar de 0,5 mm

AIS(0) ≤0 (Traumatismo contundente extremadamente ligero).

El problema surge no solo por un golpe directo tras una caída de un compañero más fuerte, sino también, desde una perspectiva de seguridad, por la acumulación de microtraumatismos en los dos principales órganos diana: el hígado y el bazo [40].

- **Hazard Training Sentinel**

Para ayudar a los profesores de judo en estos dos aspectos importantes, aunque poco valorados, de la seguridad infantil, la empresa de software ISS (Italian Software Solutions) está desarrollando un asistente digital para teléfonos, PC, iPhone y tabletas, basado en esta investigación y aplicado a todos los derribos de judo, para abordar estos problemas con total objetividad: el nombre del software es ***Hazard Training Sentinel***.

Fig21 HTS Phone App



Este software no solo puede evaluar la tensión producida por un solo lanzamiento, tanto a la izquierda como a la derecha, para cada niño, sino también evaluar a tiempo los microtraumas y alertar al profesor cuando el niño necesita detenerse un tiempo para que se recupere al practicar judo sin caídas. Es probable que estos hallazgos transformen el entrenamiento básico infantil con la introducción del tiempo de recuperación sin caídas.

- **Conclusiones**

El objetivo de este trabajo es desarrollar una metodología sólida, basada en criterios científicos, para evaluar el riesgo de los derribos de judo en niños.

Dado que no es posible vincular claramente la mecánica del impacto con los traumas resultantes, se introduce el "Judo Boy Dummy" para utilizar métodos verificados (pruebas de choque) a tal efecto.

Las mediciones experimentales de los tiempos de vuelo y el área de contacto corporal en cada caída, como información para la evaluación del riesgo, demuestran claramente que, en el caso de las caídas producidas por derribos de judo en niños:

- El judo es un deporte seguro para los niños.
- El simulador de entrenamiento de riesgos será un software intuitivo y útil para que los profesores enseñen derribos de forma segura durante los primeros años de entrenamiento infantil.

- **Referencias**

[1] David Geier ***Sport Medicine Simplified*** Dr David Geier Enterprises, LLC BN ID: 2940148242253
[2] S.Salanne, & coworkers ***Traumatismes secondaires à la pratique du judo chez l'enfant*** Atrchives de Pediatrie 2009 XXX, 1-8.
[3] Barsottini & coworkers ***Relationship between techniques and injuries among judo practitioners*** Rev. Bras. Med. Deporte vol 12 N° 1, 2006

[4] Pocecco E, & coworkers . ***Injuries in judo: a systematic literature review including suggestions for prevention*** Br J Sports Med 2013;47:1139–1143. doi:10.1136/bjsports-2013-092886
[5] H. E. Roland & B. Moriarty ***System Safety Engineering and Management, Second Edition****.* Copyright © 1990 John Wiley & Sons, Inc. ISBN 0-471-61816-0
[6] Hollnagel E., Wears R.L. and Braithwaite J. ***From Safety-I to Safety-II: A White Paper. The Resilient Health Care Net***: Published simultaneously by the University of Southern Denmark, University of Florida, USA, and Macquarie University, Australia. 2015
[7] Kwon, Kim, Cho ***"A Kinematics Analysis of Uchi-mata (inner thigh reaping throw) by Kumi-kata Types and Two Different Opponents Height in Judo (2)"*** Korean journal of sports biomechanics 2005
[8] Kim, Yon "***A kinematic analysis of the attacking-arm-kuzushi motion as to the pattern of morote-seoinage in judo"*** Korean Journal of Sport Biomechanics Vol13 2003 N°1
[9] Ishii and Ae : ***Biomechanical factor of effective Seoi Nage in Judo*** Doctoral program in Physical Education Fitness and Sport Science Tsukuba Japan 2014
[10] Imamura, R.T., Hreljac A., Escamilla R.F., Edwards W.B. ***A Three-Dimensional Analysis Of The Center Of Mass For Three Different Judo Throwing Techniques***. Journal of Sports Science and Medicine CSSI, 122-131, 2006.
[11] Da Costa J.M., E. ***Analise Biomecanica da Tecnica de Judo – Sasae-Tsuri-Komi-Ashi.*** Dissertacao apresentada a prova de mestrado no ramo das ciencias do desporto, espaciallidade de treino de alto rendimento, nos termos do capitulo II do Decreto-Lei n° 216/92 de Outubro, Porto, Universidade do Porto, Faculdade De Ciencias do Desporto e de Educacao Fisica, 2003.
[12] Suarez, G.R. ***Análisis De Factores Biomecánicos Y Comportamentales Relacionados Con La Efectividad Del Uchi Mata, Ejecutado Por Judokas De Alto Rendimiento.*** Universidad De Granada, Tesis Doctoral, Edución Física Y Deportiva, Ciencias De La Actividad Física Y El Deporte.
[13] Ibrahim Fawzi Mustafa, ***Force impulse of body parts as function for prediction of total impulse and performance point of Ippon Seoi Nage skill in judo*** World Journal of Sports science N° 3, 2010
[14] Blais, Trilles: ***Analyse méchanique comparative d'une meme projection de Judo: Seoi Nage, realisée par cinq experts de la Fédération Francaise de Judo***. Science et Motricité N°51, 2004
[15] Blais, Trilles, Lacoture: ***Détermination des forces de traction lors de l'exécution de Morote Seoï Nage réalisée par 2 experts avec l'ergomètre de Mayeur et un partenaire*** Journal of Sport Science 2007
[16] Stronge ***Impact mechanics*** Cambridge UniversityPress 2004 ISBN 0-521-60289-0
[17] Hitosugi & coworkers ***Biomechanical analysis of acute subdural hematoma resulting from judo*** Biomedical Research (Tokyo) **35** (5) 339-344, 2014
[18] Murayama & coworkers ***Rotational Acceleration during head impact resulting from different judo throwing techniques***. Neuro Med Chir (Tokyo) 54, 2014
[19] Ionescu M. ***Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes, 2nd Edition Volume I&II*** Smithers Rapra Publisher 2016 **ISBN: 978-1-91024-213-1**
[20] Mane & coworkers ***Mechanical Property Evaluation of Polyurethane Foam under Quasi-static and Dynamic Strain Rates- An Experimental Study*** Procedia Engineering 173 (2017) 726 – 731
[21] Bradley & Sullivan ***Thermal Expansion of Polyurethane Foam*** 43rd Annual Technical Meeting of the Society of Engineering Science The Pennsylvania State University August 2006
[22] Sychev ***Complex Thermodynamic Systems (Studies in Soviet Science)*** Consultant bureau New York 1973.
[23] Latif ***Heat Conduction*** Springer 2009 ISBN 978-3-642-01266-2
[24] Quesada ***Application of infrared thermography in Sports Science*** Springer 2017 ISBN 978-3-319-47409-0
[25] Sacripanti & coworkers ***Infrared Thermography- Calorimetric Quantitation of Energy Expenditure in Biomechanically Different Types of Jūdō Throwing Techniques. A Pilot Study*** Annals of Sports Medicine and Research 2015
[26] Kai-Uwe Schmitt &coworkers ***Trauma Biomechanics-accidental injuries in traffic and sports*** Springer 2007 ISBN 978-3-540-73872-5
[27] Kai-Uwe Schmitt &coworkers ***Trauma Biomechanics-introduction to injury biomechanics*** Springer 2014 ISBN 978-3-642-53919-0
[28] Fung & coworkers ***Accidental Injury Biomechanics and Prevention*** Springer 2002 ISBN 978-1-4419-3168-9

[29] Yoganandan & coworkers ***Accidental Injury Biomechanics and prevention*** Springer 2015 ISBN 978-1-4939-1731-0

[30] Franck & Franck ***Forensic biomechanics and Human Injury*** CRC Press 2016 ISBN 13: 978-1-4822-5888-2

[31] Pilkey & coworkers ***Injury Biomechanics and Control*** Wiley & Sons 2010 ISBN: 978-0-470-10015-8.

[32] Visvikis & coworkers ***Child safety: Q-Series crash test dummy family regulatory application assessment*** EU Final Report January 2015

[33] Kuppa ***Injury criteria for side impact dummies*** National Transportation Biomechanics Research Center, National Highway Traffic Safety Administration May 2004.

[34] ICRP ***Report on the Task Group on Reference Man*** ICRP Publication 23 1975

[35] Thunissen & coworkers ***Scaling of adult to child responses applied to the thorax*** TNO Crash Safety research Center the Nederland 1994

[36] Bilo & coworkers ***Forensic aspect of pediatric fractures*** Springer 2010 ISBN: 978-3-540-78715-0

[37] Yong-Ping Zheng & Yan-Ping Huang ***Measurement of soft Tissue Elasticity in Vivo*** CRC Press 2016 ISBN 13: 978-1-4665-7629-2

[38] Chavez & Mendoza ***Soft Tissue Composition injury mechanism and repair*** Nova Science Publisher 2012 ISBN: 978-162257-371-4

[39] Franck and Franck ***Forensic biomechanics and human injury*** CRC Press 2016 ISBN 13: 978-1-4822-5888-2

[40] Avril ***Material Parameter Identification and Inverse Problems in Soft Tissue Biomechanics*** Springer 2017 ISBN 978-3-319-45070-4

APÉNDICE VI

La verdad sobre la seguridad en el judo según la investigación experimental

(Seguridad en Suwari Seoi[30]: Del dojo infantil a la competición de alto nivel)

Attilio Sacripanti
IJF Academy Biomechanical Professor
EJU Scientific Commission Commissioner
Tor Vergata University Rome Italy

Introducción

1. Seguridad en el grupo Suwari Seoi
2. Objetivo de esta investigación
3. Biomecánica del grupo Suwari Seoi
4. Ciencia de los materiales y termodinámica del tatami
    a. Efecto elastocalórico
5. El lanzamiento
6. Movimientos complementarios (herramientas tácticas)
7. Biomecánica y seguridad de los movimientos complementarios
8. Protocolo experimental
9. Resultados experimentales
10. Discusión
11. Conclusiones
12. Bibliografía

[30] El término Suwari, que significa sentado, se usa frecuentemente en Francia e Italia. Se introdujo aquí debido a la falta de una denominación japonesa que no distinga entre Seoi Otoshi y Suwari Seoi. Esta distinción es importante en esta situación específica para la biomecánica, ya que ambas son técnicas del grupo de palanca, pero la versión llamada Suwari tiene un brazo de palanca más largo y una menor aplicación de la fuerza de Tori al proyectar a Uke.

1 Introducción

En este artículo, abordamos el problema de la seguridad en relación con un tipo de proyección que se aplica con mayor frecuencia en todos los niveles de competición. Como es habitual en estas situaciones, la mayoría de los debates se centran en la idoneidad o el riesgo de aplicar estas técnicas. Recordando la visión de futuro del fundador del judo, Jigoro Kano, en cuanto a la seguridad de los practicantes: el establecimiento del Ukemi Waza y la prohibición de la aplicación del Yama Arashi, que se ha extendido con el tiempo debido a la sensibilidad de los sucesores en la prohibición de Kawazu gake y Kani Basami.

Este complejo trabajo se centra en la seguridad del Tori en la aplicación de la proyección con ambas rodillas sobre el tatami, tanto en posición seiza con los pies estirados como en estilo japonés con los pies en punta. Estas técnicas son muy efectivas en competición si se aplican correctamente, pero parecen tener mala reputación, a menudo relacionada con su aplicación prematura o con el daño crónico que puede causar una actividad agonista a largo plazo, especialmente a alto nivel.

Debemos reconocer el mérito de los maestros japoneses, quienes parecen tener, incluso en los textos, una mayor sensibilidad hacia la seguridad de los practicantes. De hecho, es posible leer afirmaciones como las siguientes:

> *La caída sobre dos rodillas, una práctica habitual en el judo desde tiempos inmemoriales, siempre se ha considerado una forma inferior o incluso, mala. Cualquier joven que la practique en un dojo japonés será duramente criticado, incluso hoy en día, ya que se considera potencialmente perjudicial para las rodillas, lo cual ha resultado ser cierto. Numerosos judokas de élite se han sometido a operaciones para extirpar cartílagos dañados. Como resultado, se producen demasiadas caídas con fuerza sobre las rodillas. Actualmente (1990), en Japón, los judokas menores de 16 años (de secundaria o menores) tienen prohibido intentar la caída de Seoi Nage sobre ambas rodillas durante la competición. Con esta norma, Japón espera mantener un alto nivel general de técnica básica de judo en lugar de dar a unos pocos la satisfacción de ganar algunas medallas. Sin embargo, cabe mencionar que hasta el 80% del Seoi Nage que se ve en competición corresponde a esta versión con caída. [1] Recientemente, se ha registrado un aumento de incidentes en los que tori lucha en una postura extremadamente baja y penetra profundamente en uke al caer sobre ambas rodillas para el Seoi Nage o el Seoi Otoshi. Sin embargo, el Seoi Nage con ambas rodillas caídas está prohibido en las reglas de arbitraje del Kodokan y en el judo júnior*. [2]

Es importante conectar el trauma correcto desarrollado en Judo con la aplicación técnica, ya que la solución inversa sería prohibir las técnicas de proyección incorrectas que son inofensivas. En esta investigación, nos centramos en el Seoi aplicado con ambas rodillas en el suelo.

¿Cómo se denomina esta técnica?

En Japón, se denomina Seoi Otoshi, tanto a la técnica con una como con ambas rodillas en el suelo, no hay ninguna diferencia. En los países angloparlantes, se denomina *Drop Seoi*; en Francia, Italia y algunos otros países, *Suwari Seoi*. Los nombres de las proyecciones japonesas, como nos informa Kazuzo Kudo: "…Los nombres de Judo se dividen en las siguientes categorías:

1. Nombres que describen la acción
2. Nombres que emplean el nombre de la parte del cuerpo utilizada
3. Nombres que indican la dirección en la que se proyecta al oponente
4. Nombres que describen la forma de la acción
5. Nombres que describen la sensación de la técnica

Con mayor frecuencia, los nombres de las técnicas de judo usarán el contenido de una o dos de estas categorías [3]. El nombre Drop Seoi, para los países ingleses, ¿dónde nació? La investigación personal me llevó a los años 60, donde

encontré por primera vez la traducción del nombre: Seoi Otoshi como Seoi drop, en el texto dorado de Koizumi [4], luego con el tiempo seoi drop cambió en drop seoi para mostrar la variación de dos rodillas de Seoi Otoshi.

¿Hay diferencias entre Seoi y Seoi Otoshi, con una o dos rodillas? Para los japoneses, sabemos que: "*Es importante discernir las sutiles diferencias entre estas dos técnicas... Generalmente, tori debe tirar hacia abajo con el cuerpo bajado al lanzar con las rodillas caídas, pero tori debe cargar uke sobre la espalda al lanzar con las rodillas sin tocar el tatami. Por lo tanto, podemos definir Seoi Otoshi como lanzar con las rodillas caídas (apoyadas en el tatami) y seoi nage como lanzar desde una postura donde las rodillas no están caídas (no están apoyadas en el tatami*" [2].

En cuanto a la biomecánica entre Seoi, Seoi Otoshi y Seoi Otoshi con ambas rodillas sobre el tatami, no existe diferencia física. Se aplica siempre el mismo principio de palanca. El único cambio es el brazo de la palanca, que aumenta de Seoi a Seoi Otoshi y luego a Suwari Seoi [31]. Por esta razón, nos encontramos con tres consumos de energía diferentes y tres situaciones de estabilidad y/o movilidad diferentes para Tori.

Entonces básicamente, nos enfrentamos al mismo principio físico con tres propiedades mecánicas diferentes. Sobre esta base, seguimos, para la claridad de la clasificación, la denominación francesa “Suwari Seoi” [5], específicamente para la variante Seoi Otoshi con dos rodillas en el tatami. Desde el punto de vista técnico, con razón los japoneses, cuando hablan de Seoi, los lanzamientos hablan de una familia de lanzamientos similares, pero con diferentes posiciones de los brazos como Morote Seoi, Eri Seoi, Ganseki Otoshi, etc.

Desde el punto de vista histórico sobre la naturalidad y la eficacia de la aplicación de dos rodillas en el suelo, nos recuerdan las dos figuras siguientes, sin querer volver a los ejemplos de la tumba del luchador en Saqqara 3000 A.C. Están tomadas del mundo greco-romano, en el que se ven luchadores y luchadores Pancratius aplicando técnicas de la “familia Suwari Seoi”.

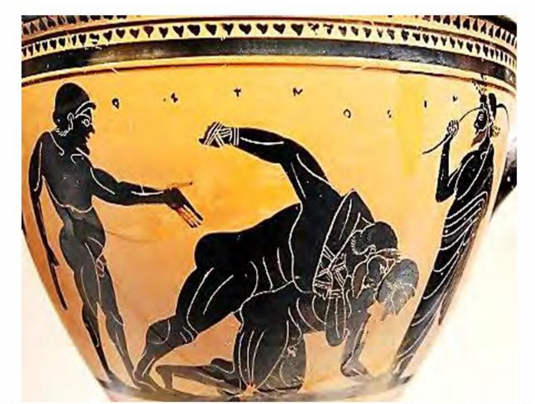


Fig. 1 Pancratius wrestler applying a suwari seoi family throws



Fig.2 wrestler applying a suwari seoi family throws

2. Seguridad en el grupo Suwari Seoi

En nuestro caso, “Impacto de rodillas producido por técnicas de proyección de judo de la familia Suwari Seoi”, el riesgo reside en la condición que puede causar lesiones a niños que aplican estas técnicas de judo o a adultos acostumbrados a ellas a largo plazo.

Obviamente, el amplio alcance de este estudio requiere un enfoque mixto que no se centre en la mala gestión de Suwari Seoi, sino en la situación habitual: niños y adultos que se proyectan mutuamente. Con solo unas pocas anotaciones sobre la aplicación incorrecta, es evidente que una buena enseñanza es responsabilidad del profesor. Por otro lado, un gran riesgo está relacionado con la enseñanza, con sujetos físicamente inexpertos o con métodos técnicos inadecuados.

[31] Este nombre, como ya se ha señalado, no proviene de la tradición japonesa, sino de la costumbre francesa e italiana de practicar Seoi sentado, que en inglés se denomina Drop Seoi

El enfoque de seguridad debe considerar tanto el posible trauma inmediato como el posible trauma a largo plazo, que son muy difíciles de identificar. Para el primer tipo de trauma, la literatura médica [6] asegura que desde la posición analizada de rodillas profundas con pies en punta y en seiza llegando a posición luego del salto, sorprendentemente podría producirse la rotura del ligamento cruzado posterior (LCP) (Figura 3).

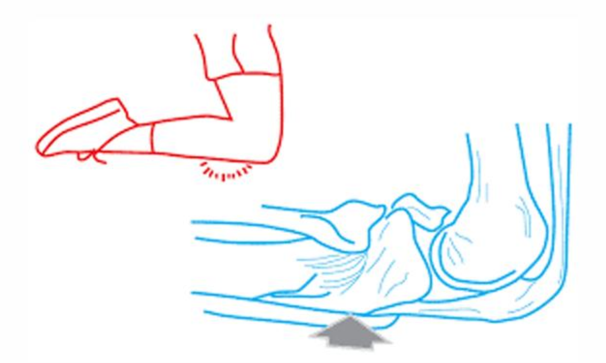


Fig 3 Classical mechanism of Posterior Cruciate Ligament Tear

Las lesiones del ligamento cruzado posterior (LCP) y las estructuras posterolaterales de la rodilla han recibido mayor atención en la última década; las consecuencias de este traumatismo son bien conocidas [7,8]. La mayoría de los pacientes con desgarros aislados del LCP pueden desenvolverse con una discapacidad mínima; sin embargo, si el LCP se desgarra junto con una lesión de las estructuras posterolaterales, puede producirse una discapacidad significativa de la rodilla. El primer mecanismo de desgarro del LCP es el impacto frontal de un automóvil. La caída sobre la rodilla flexionada con el pie en flexión plantar es el segundo mecanismo más común de lesión del LCP. Cuando alguien cae de esta manera, el tubérculo tibial impacta contra el suelo, forzando la tibia hacia atrás y desgarrando el LCP. Un mecanismo de rotación asociado con una tensión en varo o valgo también puede lesionar el LCP y los ligamentos colaterales [9]. Cuando analizamos la seguridad de Tori que aplica un lanzamiento de la Familia Suwari Seoi, debemos centrar nuestra atención en las diferencias anatómicas entre hombres y mujeres sobre la cinemática y la cinética de las cadenas cinéticas inferiores en las técnicas de la Familia Suwari Seoi, como se muestra en la figura 4.

Estudios recientes [10] sobre la cinemática de las cadenas inferiores durante la flexión de rodillas mostraron diferencias interesantes entre hombres y mujeres durante la flexión profunda, lo que puede afectar la seguridad de las técnicas de Suwari Seoi, especialmente en el plano frontal relacionado con la tensión del LCA y el LCP. Se debe tener especial cuidado con las atletas femeninas, ya que las diferencias entre hombres y mujeres se hicieron evidentes, de forma clara, solo cuando el ángulo de flexión superó los 120°. Estas diferencias podrían atribuirse parcialmente a la diferencia en la fuerza de los respectivos tejidos conectivos (ligamentos, cápsula articular, tendones, etc.), que estaban vinculados a las articulaciones y pueden influir considerablemente en los movimientos generales de la articulación.

Por ejemplo, es bien sabido que el haz posterolateral del LCA desempeñó un papel crucial en la estabilización de la rodilla en ángulos de flexión altos (>120°). Como afirman Han y colaboradores: «*Las diferencias en los movimientos articulares secundarios en ángulos de flexión altos pueden indicar una laxitud variable del ligamento cruzado anterior (LCA) entre géneros. La laxitud articular en las mujeres podría disminuir la propiocepción articular, lo que resulta en una menor sensibilidad de la rodilla a cargas potencialmente lesivas. Por otro lado, la laxitud del LCA permitiría a las mujeres detectar el movimiento articular con mayor rapidez. Debido al papel clave del LCA en el control de la rotación axial de la rodilla, se predecirían rotaciones de rodilla significativamente mayores en las mujeres*».

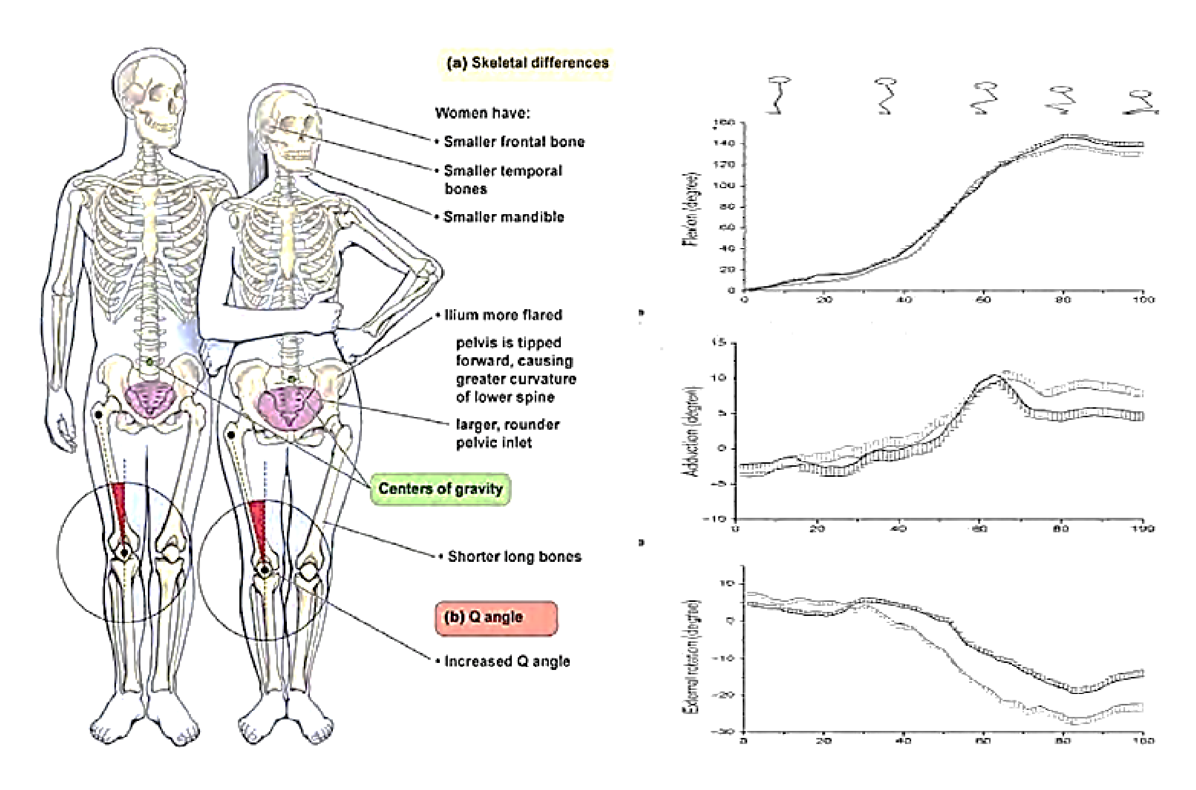


Fig4 Differences between male and female knee

Las atletas femeninas parecen depender más de sus cuádriceps en respuesta a la traslación anterior, mientras que los atletas masculinos dependen más de sus isquiotibiales. Sin embargo, las cargas elevadas en el cuádriceps inducirían mayores fuerzas patelofemorales en las mujeres, lo que podría estar relacionado con la mayor incidencia de osteoartritis de la articulación de la rodilla, en la población femenina acostumbrada a sentarse en una posición de rodillas profundas. Además, la mayor aducción de la cadera, más evidente en las mujeres, podría ser otro factor de riesgo potencial de lesión del ligamento cruzado anterior (LCA).

En términos generales, según la génesis, todas las lesiones de ligamentos y la lesión del LCA se pueden dividir en traumatismos directos e indirectos [11].

Lesión por traumatismo directo (infrecuente):

- se produce como consecuencia de un impacto articular contra un cuerpo externo (contacto/contraste) que se produce según tres mecanismos principales:
    - Por un traumatismo directo en la pared lateral de la rodilla que provoca una rotación en valgo externa;
    - Por un traumatismo directo en la pared interna de la rodilla que provoca un varo forzado en rotación interna;
    - Por un traumatismo directo en la parte posterior de la pierna, que provoca una traslación anterior de la tibia (mecanismo inverso, ilustrado en la figura 33);

Lesión por traumatismo indirecto:

- especialmente si la rodilla está en posición de casi extensión (aproximadamente 20° de flexión). Esto se debe a que la estabilidad anteroposterior de la rodilla en estos grados depende totalmente del ligamento cruzado anterior (LCA), y el movimiento no está bien asistido por estabilizadores secundarios.

Los cuatro principales mecanismos lesivos son:

• ***Valgo*** - ***rotación externa***: el mecanismo traumático puede ocurrir durante un movimiento rápido, una desaceleración seguida de un cambio de dirección en el cual es posible los movimientos complementarios.

• ***Varo*** - ***rotación interna***: el mecanismo traumático puede surgir durante las maniobras de corte realizadas con una sola rodilla durante un movimiento complementario de giro y elongación, cuando se aplica la técnica Suwari con la mayor parte del peso, se apoya sobre una sola pierna estirada y se detiene.

• ***Hiperextensión***: el mecanismo traumático puede surgir por una patada al vacío o un aterrizaje no estabilizado adecuadamente, con hiperextensión.

• ***Hiperflexión***: el mecanismo traumático puede surgir como consecuencia de una hiperflexión de la rodilla, seguida de una contracción potente del cuádriceps en un intento de restablecer la posición erguida para lanzar al adversario bruscamente sobre la espalda. Normalmente, este mecanismo puede presentarse en atletas femeninas, como recuerdan Han y colaboradores.

La probabilidad de sufrir una lesión del ligamento cruzado anterior (LCA) es de cuatro a seis veces mayor en mujeres que en hombres. La razón de esta mayor frecuencia de lesiones reside, como se ha mostrado anteriormente, en que las mujeres presentan importantes diferencias anatómicas y fisiológicas:

- Menor fuerza muscular, lo que se traduce en un menor control de la estabilidad;
- La relación flexor/extensor es más favorable para los extensores, lo que disminuye la acción defensiva del músculo isquiocrural;
- Mayor tiempo de latencia: la acción del mecanismo propioceptivo y del mecanismo defensivo de los isquiotibiales es más lento;
- Mayor flexibilidad y laxitud, lo que aumenta la inestabilidad de la rodilla;
- El LCA, anatómicamente más pequeño, soporta tensiones traumáticas menores;
- Una pelvis más grande y una mayor rotación externa de la tibia son elementos que favorecen el valgo de la rodilla y, por lo tanto, aumentan la predisposición a la lesión en valgo-rotación externa, especialmente durante la torsión en posición de rodillas profundas durante un movimiento complementario.

Sin embargo, hasta donde sabemos, ninguna lesión del ligamento cruzado posterior fue diagnosticada en judo como un traumatismo repentino relacionado con la familia Suwari Seoi. Esto significa que, si se realizan correctamente, los lanzamientos son seguros incluso para las rodillas femeninas, que son más frágiles que las masculinas. La importancia de los movimientos complementarios para la seguridad de las rodillas se demostrará mediante un cálculo puramente teórico para centrar la atención de los profesores en el estudio correcto de esta parte de la técnica.

Los resultados teóricos se obtendrán en apartado 9 utilizando la ecuación {28}. El único estudio europeo [12], según nuestro conocimiento a nivel mundial, sobre las fuerzas producidas por un suwari seoi muestra resultados interesantes. En las dos siguientes figuras, podemos ver el esquema de esta investigación y algunos resultados cuantitativos en términos de fuerzas sufridas por las rodillas de Tori como reacción a la caída debido a la aplicación del suwari seoi. Las fuerzas se evalúan en peso corporal (PC). En la siguiente figura, es posible ver la contribución en N de la fuerza vertical separada por componentes: para Tori en rojo, aproximadamente 400 N; para Uke en azul, aproximadamente 3500 N.

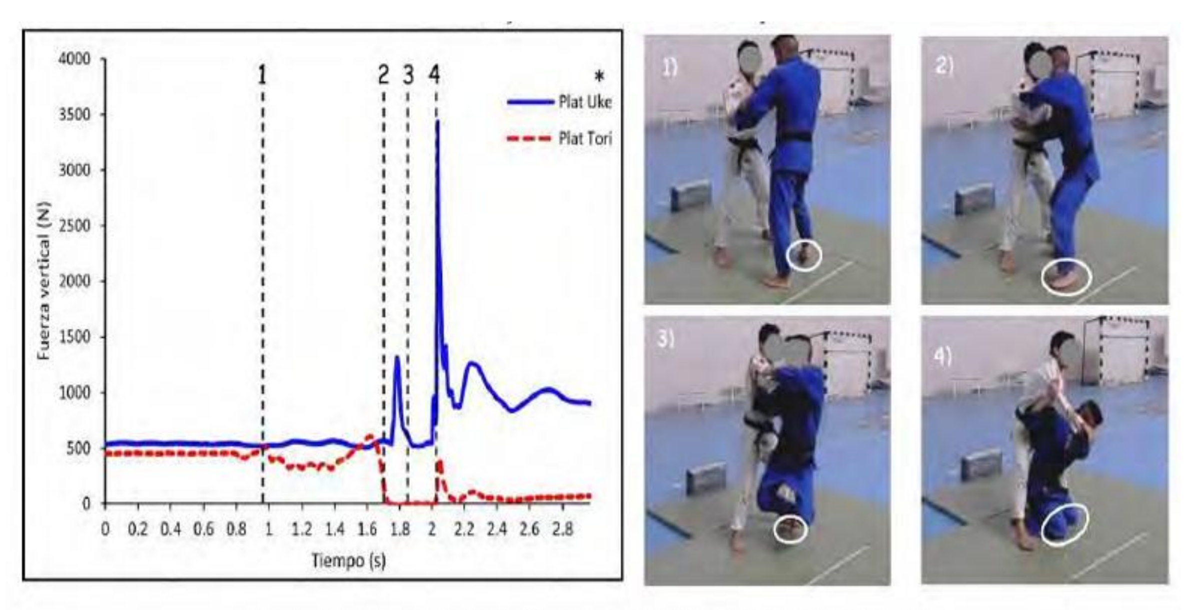


Fig.5 Layout and results in the Suwari Seoi analysis [12]

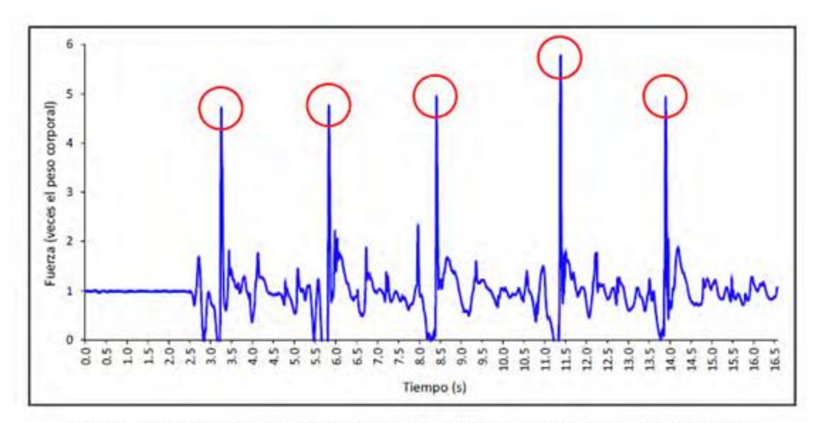


Fig6 Peaks of reaction force suffered by Tori's knees [12]

Basándose en este trabajo único y específico, se realizó una tesis en España. Se desarrolló un experimento entre dos clubes de las Islas Canarias. [13] El experimento incluyó un entrenamiento de niños con Suwari Seoi y otro con Standing Seoi para observar las diferencias en el traumatismo de rodilla entre ambos grupos. Se analizaron 80 niños/cadetes (hombres y mujeres) de cada club durante diez meses. Los resultados se muestran en las siguientes tablas.

Estos resultados, todos ellos de trauma agudo directo, son muy interesantes porque, en nuestra opinión, centran nuestra atención, probablemente más que en los errores de entrenamiento, la falta de enseñanza, el mal uso del lanzamiento o un tatami inadecuado, en la alta peligrosidad de las técnicas. Cabe destacar que todos los traumatismos se producen en la rodilla derecha. De ahí que se deduzca que el apoyo en las rodillas no fue uniforme, sino que hubo una preponderancia del apoyo en la rodilla/pierna derecha, con el consiguiente aumento de la presión y el riesgo real de traumatismo. Estas evaluaciones se sustentan no solo en experiencias científicas personales, sino también en el análisis estadístico realizado por el autor, quien demostró al final del trabajo que no existía diferencia estadística entre los resultados de estas dos técnicas y que, por lo tanto, los resultados traumáticos, aunque aparentemente diferentes, debían considerarse estadísticamente equivalentes.

Niños	Club 1			Club 2		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
Diagnóstico	n (%)	n (%)	N	n (%)	n (%)	N
Contusión con hematomas e impotencia funcional en la rodilla derecha.	9 (60)	6 (40)	15	4 (67)	2 (33)	6
Esguince de rodilla	1 (50)	1 (50)	2	1 (100)		1
Dolor traumático e impotencia funcional en la rodilla derecha	1 (100)		1			
TOTAL	11 (58)	7 (42)	19	5 (71)	2 (29)	7

Tabla 1. Traumas y Suwari Seoi para niños [13]

Niños	Club 1			Club 2		
	Masculino	Femenino	Total	Masculino	Femenino	Total
Diagnóstico	n (%)	n (%)	N	n (%)	n (%)	N
Contusión con hematomas e impotencia funcional en la rodilla derecha	5 (62.5)	3 (37.5)	8	1 (33)	2 (67)	3
Derrame de rodilla	1 (50)	1 (50)	2	1 (100)		1
Tendinitis rotuliana en la rodilla derecha	1 (100)		1			
Luxación de rótula derecha		1	1			
TOTAL	8 (67)	4 (33)	12	2 (50)	2 (50=	4

Tabla 1. Traumas y Suwari Seoi para cadetes [13]

Dos estudios interesantes en adultos usan un cuestionario para determinar la conexión entre el trauma agudo o crónico y el tipo de técnicas. En este trabajo, se destaca la falta de nomenclatura, usan Suwari seoi o Drop seoi, sin establecer diferencias, debido a que no están definidos como nombre, no sabemos si se han presentado como Seoi o Seoi Otoshi en las nomenclaturas de estudios posteriores.

El primero trabaja con 78 atletas brasileños a nivel regional [14], el segundo con 260 atletas alemanes a nivel nacional [15], el tercero es un análisis de partidos austriacos en 69 competiciones de los Campeonatos Nacionales de Austria de 2014 y 2015 [16] que muestran no solo la “seguridad” de la técnica, aquí denominada probablemente al estilo japonés como Seoi Otoshi, sino también el muy bajo peligro asociado de rodilla.

TABLE 3
Relationship injuries vs. Type of stroke

	Gender		General total	Total (%)
	M	F		
Stroke				
Ippon seoi Nague	12	4	16	23
Tai otoshi	10	4	14	22
Uchi mata	2	4	6	9
Harai goshi	1	3	4	6
Briga de pegada	3	0	3	3
Chave de braço	1	1	2	3
O uchi gari	1	0	1	2
Sassae tsurikomi ashi	0	1	1	2
O goshi	1	0	1	2
Seoi otoshi	1	0	1	2
Hon-kesa-gatame	1	0	1	2
Koshi-guruma	0	1	1	2
Does not remember	8	5	13	22
Total	41	23	64	100

Tab 3. Brazilian Athletes traumas throw connection Questionnaire [14]

Diag 1 special and injury-causing throws

	Uchi mata	Seoi nage	Tai otoshi	Foot throws
Muscle injury	0.21	0.20	0.26	0.29
Contusion	0.38	0.70	0.43	0.21
Meniscus	0.50	0.30	0.52	0.43
ACL	0.46	0.15	0.26	0.07
PCL	0.00	0.05	0.04	0.07
Patella	0.04	0.15	0.17	0.36
MCL	0.25	0.10	0.22	0.21
LCL	0.13	0.10	0.13	0.43
Others	0.46	0.45	0.35	0.00

Tab 4- German Athletes Traumas/ Throws connection and kind of traumas, Questionnaire [15]

INJURY CAUSED TECHNIQUE GROUP	
grip fight	*80,0%*
sacrifice throwing techniques	*6,67%*
joint locking techniques	*6,67%*
leg throwing techniques	*6,67%*
TOTAL	***100,0%***

POSTURE AT INJURY	
standing posture	*93,3%*
ground posture	*6,7%*
TOTAL	*100,0%*

Tab. 5-6 Austrian Athletes techniques and posture connected to injuries [16]

INJURED BODYPARTS	male sex	female sex
face	9,1%	0%
nose	27,3%	25%
mouth	9,1%	0%
ellbow	9,1%	0%
hand & fingers	27,3%	50%
thorax / abdomen	9,1%	0%
knee	0%	25%
toes	9,1%	0%
TOTAL	100%	100%

Tab. 7 % of Injuries placement in Austrian Championships 2014-2015 [16]

3. Objetivo de esta investigación.

Dado que la ausencia en la literatura científica de daño inmediato al ligamento cruzado posterior (LCP) asociado a las técnicas de Suwari Seoi corrobora nuestra hipótesis, partimos de la hipótesis de que las técnicas de proyección sobre las dos rodillas, definidas para abreviar como "Suwari Seoi", no son peligrosas si se ejecutan correctamente en un buen tatami, al igual que todas las demás técnicas de proyección aceptadas en Judo. El grupo de investigación analizará la veracidad de esta hipótesis, analizando desde la perspectiva de la seguridad todos los aspectos del problema.

Asumimos que el verdadero problema podría residir en el trauma a largo plazo, el uso excesivo y, si existe, en el trauma agudo producido por la aplicación incorrecta de la proyección o por el seguimiento de la técnica, que se basa en movimientos rotacionales complejos que comienzan desde la posición de rodillas. La única manera de recopilar datos sobre el trauma a largo plazo es preparar un cuestionario y distribuirlo. Por esta razón, utilizamos el cuestionario como uno de los objetivos de nuestra investigación.

El otro paso es demostrar que (en términos de seguridad) el Suwari Seoi no es peligroso. Obviamente, los accidentes extraños ocurren constantemente por razones dinámicas, ¡y no podemos evitarlos! Pero si logramos demostrar la seguridad del lanzamiento y su correcto principio biomecánico de aplicación, con la correcta enseñanza de la aplicación segura en el entrenamiento, podemos reducir la posibilidad de accidentes por un uso incorrecto del lanzamiento.

Este es el segundo enfoque de nuestra investigación. ¿Cómo podemos demostrarlo? El protocolo de investigación se centra específicamente en el movimiento y el impacto de las rodillas de Tori para prevenir traumatismos agudos. No utilizamos la plataforma de fuerza, ya que la física simple nos permite conocer tanto la fuerza como la velocidad del impacto. A continuación, solicitamos a cada sujeto dos ensayos específicos con tres subpasos, seis ejecuciones del lanzamiento. El primer ensayo consiste en caer con las rodillas hacia abajo y ambos pies en punta tocando el tatami. La mecánica de esta forma de aplicación es una caída controlada, específicamente una paradoja mecánica (véase biomecánica, párrafo 6). El área de impacto/contacto es menor que en la otra forma de tocar el tatami: solo las puntas de los pies en punta y una pequeña área tibial. Se toma el tiempo de la trayectoria de la caída para evaluar la velocidad media de la misma.

La segunda prueba es la otra forma de aplicar el Suwari Seoi en competición: saltar con los pies estirados sin tocar el tatami. En este caso, la mecánica de la acción es una caída libre, con un área de contacto mayor, con una proyección de la superficie tibial larga y la parte posterior del pie. La superficie de contacto se obtiene mediante la imagen térmica del

tatami. Esta área representa un porcentaje de la superficie corporal total (ASC), que se evalúa mediante la fórmula de Du Bois y Du Bois [17]. Para ambas pruebas, la aproximación más segura se traduce como una caída desde la altura de las rodillas, medida antes de la prueba.

El tercer enfoque de la investigación es desarrollar un modelo matemático del impacto. El modelo matemático es una rodilla (modelo muy simplificado) que choca con un Tatami que está construido con una sustancia viscoelástica. El modelo será comprensible y mostrará las diferencias entre el impacto de la rodilla a partir de las posiciones anteriores de los pies. El modelo matemático se construye porque es posible cambiar los valores en algunos parámetros específicos como la dureza o suavidad de la colchoneta, la velocidad de caída, la altura de caída y ver el efecto producido sin ningún otro uso de niños o atletas.

El cuarto enfoque de la investigación es la confrontación entre niños y adultos en términos de velocidad de estilos y otros aspectos como la seguridad, etc.

El quinto enfoque es el análisis en competición para saber cuántas veces se realiza el lanzamiento, de qué manera (pies en punta o estirados), cómo es efectivo y tratar de clasificar los movimientos posteriores al impacto de la rodilla utilizados para perfeccionar la parte final del lanzamiento, las llamadas "Herramientas Tácticas Complementarias" (CTT) [18].

A partir de todo esto, intentaremos identificar la mejor forma biomecánica para aplicar la técnica, de modo que podamos ofrecer sugerencias para el entrenamiento seguro de los niños y optimizar la forma de lanzar de los adultos. Para un nivel avanzado, intentaremos ofrecer una guía general sobre cómo realizar esta técnica de forma eficaz y segura.

4. Biomecánica de la familia/grupo Suwari Seoi

Como es bien sabido, la mecánica de la familia Suwari es una mecánica de palanca, con el brazo al máximo. Sin embargo, existe una diferencia más sutil entre las aplicaciones estudiadas (A) con los pies en punta y (B) con los pies estirados. Al analizar el movimiento y la caída de las rodillas nos encontramos: en el primer ejemplo, con una paradoja mecánica, y en el segundo, con un ejemplo de caída libre pura. Esto significa que las ecuaciones que explican la dinámica del movimiento de piernas y rodillas difieren también desde un punto de vista teórico.

En el primer caso (A), bajo ciertas condiciones específicas, la aceleración vertical descendente de las rodillas puede ser superior a *g*, mientras que en el segundo caso (B), la aceleración siempre será *g*, pero la conservación de la energía nos asegura que la fuerza de impacto de la rodilla será superior al peso del atleta, ya que se produce la restitución de la energía del salto, utilizada previamente para el salto inicial del movimiento de lanzamiento [19].

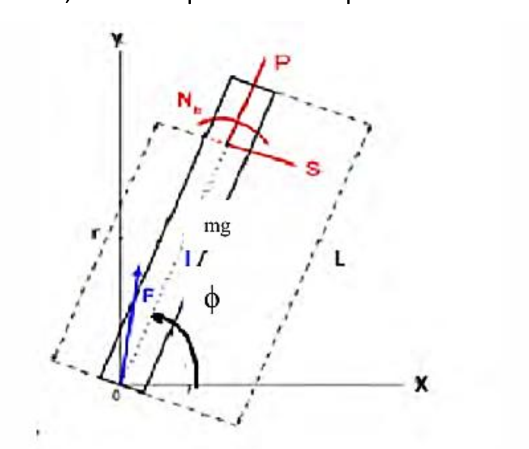


Fig 7 Model representation of lover's leg

A) La situación de los pies en punta es muy interesante. El momento neto en la pierna es

$\tau = k\,Lmg \cos \varphi$ {1}

Con L = longitud de la pierna,

k = <1 (ubicación variable de CM),

m = masa corporal,

g = aceleración de la gravedad,

A. Bajo ciertas condiciones específicas

La ecuación del movimiento dinámico de la pierna es:

$$\tau = I\alpha = I\frac{d\omega}{dt} = I\frac{d^2\varphi}{dt^2} = kLmg\cos\varphi \quad \{2\}$$

El momento inercial es ***I = βmL²*** {3} y partir de las ecuaciones 1.2 y 1.3 es posible evaluar la aceleración angular α.

De donde: $\alpha = \frac{kg}{\beta L}\cos\varphi \quad \{4\}$

Si definimos la constante $\omega_c^2 = \frac{kg}{\beta L} \quad \{5\}$

Es posible mediante integración obtener la velocidad angular ω:

$$\omega^2(t) = 2\omega_c^2(\sin\varphi_0 - \sin\varphi) + \omega_0^2 \Rightarrow \left(\frac{d\varphi(t)}{dt}\right)^2 = 2\omega_c^2(\sin\varphi_0 - \sin\varphi) + \omega_0^2 \quad \{6\}$$

La ecuación diferencial nos da la variación temporal del ángulo mediante la solución de la integral elíptica. También es muy importante analizar la posición del CM total del cuerpo, ya que, normalmente, si la masa se coloca delante del centro de colisión de la pierna, puede acelerar la velocidad vertical de la rodilla. De hecho, la aceleración de la rodilla es: $\alpha_T = \alpha L$ y la componente normal de esta aceleración a la colchoneta es:

$$a_n = a_T\cos\varphi = \frac{kg}{\beta}\cos^2\varphi \Rightarrow \frac{2}{3}g\cos^2\varphi \quad \{8\}$$

En algunas condiciones de lanzamientos, el peso corporal, durante la caída controlada de rodillas profundas con los pies en punta, se mueve cerca de la posición de los pies.

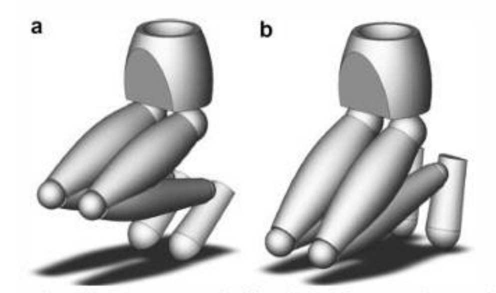


Fig 8. way to fall with feet pointed

En tales condiciones, si M es la masa corporal y m la masa de la pantorrilla (% de M), la aceleración tangencial de la rodilla en posición horizontal es [20]: $a_T = \frac{3}{2}gL\left[\frac{Ml + mL}{Ml^2 + mL^2}\right] \quad \{9\}$

Podemos analizar las dos situaciones límite: Ml = mL y M >> m, y obtenemos fácilmente:

$$a_T \equiv a_n \square 3g \quad \{10\}$$

$$a_T \equiv a_n \square \frac{3L}{2l}g \quad \{11\}$$

A partir de las dos ecuaciones anteriores, es fácil evaluar el rango de velocidad de caída de la rodilla en estas situaciones límite, y vemos que oscila entre 2,6 m/s < v < 6 m/s. En términos de seguridad, ahora podemos evaluar la fuerza máxima de impacto de la rodilla sobre el tatami. Otra información importante de este enfoque teórico es la evaluación del tiempo para impactar el tatami; los cálculos son complejos, pero los lectores pueden encontrarlos en las referencias [a, b, c]. Solo

presentamos el resultado final, útil para nuestro análisis de seguridad, en términos de la relación entre el tiempo de caída libre dividido por el tiempo de la rodilla en el punto de apoyo. Si la relación es menor que uno, se cumple la condición de mayor velocidad que g.

$$\frac{T_0}{T_1} = \sqrt{\frac{2k\sin\varphi_0}{\beta I_1^2}} \quad \{12\}$$

En la cual el tiempo libre de caídas es

$$T_0 = \sqrt{\frac{2L}{g}\sin\varphi_0} \quad \{13\}$$

Además, con una buena aproximación mecánica, es posible considerar esta situación como un modelo de chimenea que se derrumba para obtener datos aproximados sobre la tensión interna de la rodilla, siguiendo y adaptando los resultados de Varieschi y Kamya [21] a nuestra situación específica. Para la pantorrilla que se flexiona progresivamente en alguna situación, potencialmente bajo la acción combinada de una fuerza longitudinal P y un momento flector N, la tensión en la rodilla, considerando la parte ósea de la pierna compuesta por una pieza homogénea, tiene la siguiente forma adimensional:

$$\frac{\pi\rho^2}{mg}\sigma_k = \frac{1}{2}\left(1-\frac{r}{L}\right)\left[\left(5+3\frac{r}{L}\right)\cos\varphi - 3\left(1+\frac{r}{L}\right)\right] + \frac{3}{2}\frac{L}{2\rho}\frac{r}{L}\left(1+\frac{r}{L}\right)^2 \sin\varphi \quad \{14\}$$

Esta ecuación depende de L/2ρ, donde L = longitud de la pantorrilla y 2ρ = diámetro del hueso. En el caso del cuerpo humano, la dimensión es aproximadamente 66 veces mayor. Esto significa que el segundo término de esta ecuación se ve reforzado por la razón anterior y que el término que depende del momento flector desempeña un papel más importante en la seguridad de las rodillas de los atletas. Por otro lado, el esfuerzo cortante puede ser la otra causa principal de la ruptura. Es fácil ver que, para cualquier ángulo específico, la magnitud de la fuerza cortante tiene un máximo positivo absoluto y generalmente se origina cerca del tobillo, lo que significa que grandes fuerzas cortantes pueden afectar la articulación del tobillo que sirve como pivote en la acción de lanzamiento.

B. Impacto de la rodilla será superior al peso del atleta

En esta otra situación, el atleta salta y aterriza sobre el tatami con los pies estirados, en posición "seiza". La mecánica de este estilo de lanzamiento es la misma que la de la caída libre humana. En términos de seguridad, debemos considerar que la energía del impacto es función de la altura del salto. En ecuaciones, recordando la conservación de la energía mecánica, podemos escribir:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \quad \{15\}$$

La carga aplicada a las rodillas y piernas durante el aterrizaje libre varía según la altura, lo blando del suelo, la flexión articular, la posición y la dirección del aterrizaje. La magnitud de la carga aumenta obviamente a medida que aumenta la altura del salto, mientras que el tiempo de impacto disminuye, considerando que no se encuentran diferencias significativas entre los períodos de caída desde diferentes alturas, ya que los atletas y los niños no están acostumbrados a saltar alto, sino que saltan deslizándose entre las piernas del Uke. El tiempo de impacto (duración del impacto) fue bastante corto. Por lo tanto, se aplicó un tiempo promedio de 0,04 s en el análisis. El tiempo de aterrizaje se evaluó para cada prueba. La velocidad de cada sujeto durante la caída libre en términos de seguridad se evaluó a partir de la altura de las rodillas, utilizando las siguientes ecuaciones elementales bien conocidas:

$$\frac{1}{2}mv^2 = mgh \Rightarrow v_f = \sqrt{2gh} \quad \{16\}$$

el tiempo teórico promedio de caída se calculó mediante la siguiente relación:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad \{17\}$$

El tiempo de impacto promedio obtenido durante la prueba experimental fue, como se expresó previamente, igual a 0,04 s. Este tiempo permite identificar la carga de impacto mediante la siguiente ecuación:

$$\int_0^t F dt = \int_0^{v_f} m dv \quad \{18\}$$

Se han realizado muchos estudios sobre la biomecánica de las técnicas de proyección en judo, principalmente en Francia y Japón; pero hasta donde sabemos, muy pocos sobre el Suwari Seoi. De España proviene el mayor número de tesis y artículos que desaconsejan el uso de esta técnica en niños.

El objetivo principal de los estudios biomecánicos es comprender el funcionamiento de las cosas. Por esta razón, los enfoques de los estudios son muy similares, ya que los aspectos a comprender son los mismos. Desde este punto de vista, el estudio francés [22,23] se centró en los principios de la eficacia de la ejecución del Suwari Seoi mediante mediciones mecánicas del movimiento, para destacar la habilidad fundamental de las técnicas. En las siguientes figuras, podemos ver: la captura de movimiento de Suwari Seoi (Fig. 7), la velocidad de CM durante cinco lanzamientos de 5 campeones del mundo (Fig. 8), rotación global alrededor del eje z (Fig. 9), rotación global alrededor del eje y. A partir de la Fig. 10 podemos comprender los diferentes estilos específicos de acción de lanzamiento en Suwari Seoi.

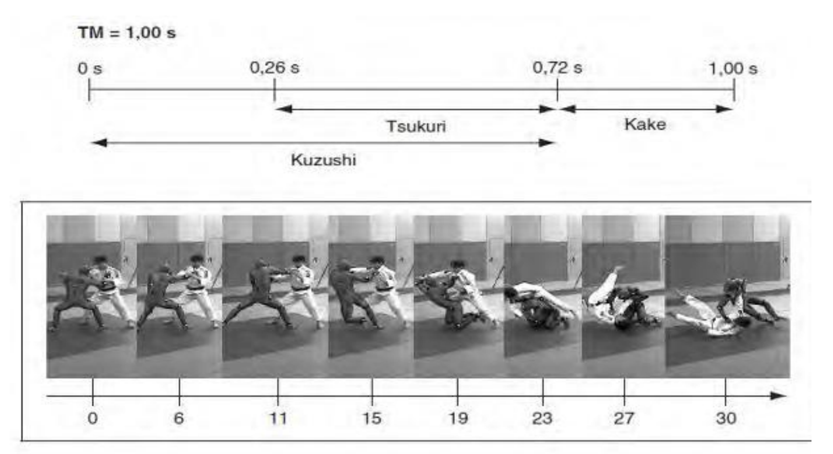
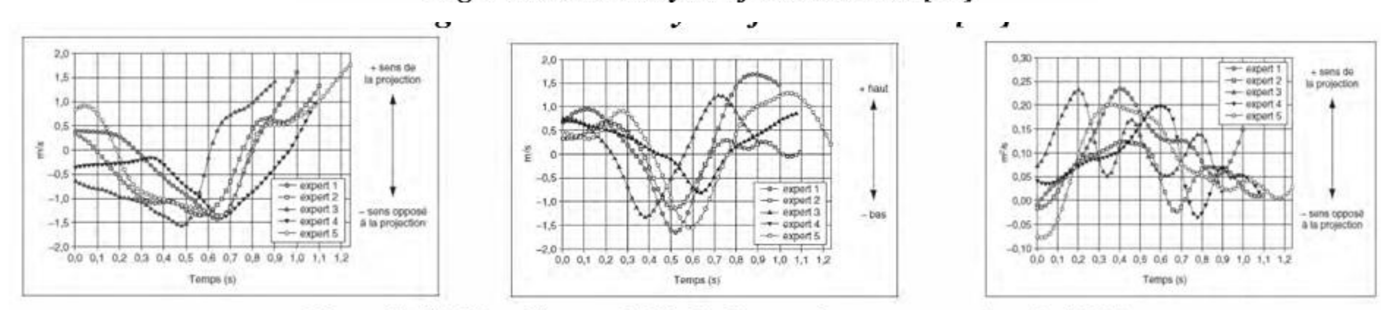


Fig 9 Motion Analysis of Suwari Seoi [21]



Figg. 9,10,11 Cm and Global rotations around axis [21]

Ishi y col. realizaron un estudio exhaustivo sobre el Seoi [24, 25, 26, 27, 28] entre 2004 y 2016, comparando también a campeones y estudiantes japoneses para comprender la efectividad del Seoi. Estudiaron el movimiento de giro frontal, la cinética de las piernas, el movimiento del CM, los movimientos angulares, etc. En las siguientes figuras, se pueden ver algunos resultados de estas investigaciones.

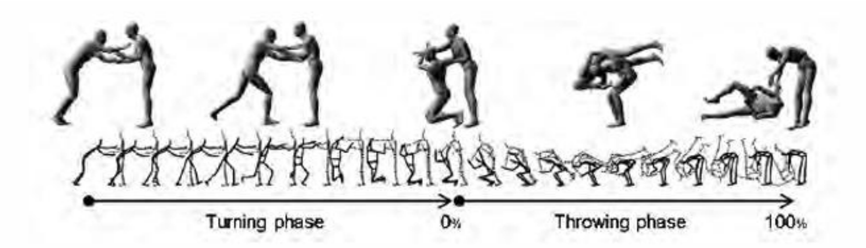


Fig.12 Definition phases in Ishi experiment

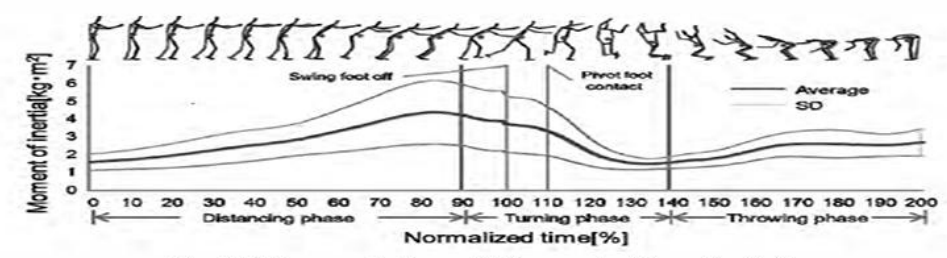


Fig 13 Time evolution of Moment of Inertia [24]

Table I. Difference in the kinematic and kinetic variables between elite and students athletes.

	Elite A	Elite B	Elite C	Students (M ± SD, n=7)
Peak angular velocity (rad/s)				
Knee of pivot leg	6.4	7.5	7.5	4.0 ± 1.8
Knee of swing leg	7.0	8.2	8.6	4.7 ± 3.0
Hip of pivot leg	-5.7	-7.6	-6.3	-3.6 ± 1.2
Hip of swing leg	-9.0	-10.7	-9.1	-4.9 ± 4.5
Peak extension torque (Nm/kg)				
Hip of swing leg	2.42	4.80	3.53	1.60 ± 0.83
Peak flexion torque				
Knee of swing leg	-1.14	-1.49	-1.19	-0.50 ± 0.75
Peak positive torque power (W/kg)				
Hip of swing leg	7.99	15.73	9.19	3.12 ± 3.46
Peak negative torque power (W/kg)				
Knee of swing leg	-6.96	-9.69	-10.20	-1.95 ± 4.10
Hip of swing leg	-5.47	-16.98	-9.38	-1.72 ± 2.52

Tab. 8 Comparative analysis of Seoi kinetic and kinematics variables [26]

Sobre la técnica de Seoi de pie, se han realizado numerosos estudios en todo el mundo, comenzando por el trabajo histórico japonés de Ikai y Matsumoto de 1958 [29]. Actualmente, se conoce la mayor parte, pero se centra en su biomecánica y fisiología, entre otros temas [30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43]. En lugar de la biomecánica de Suwari, solo se realizó el estudio francés, y en términos de seguridad, solo se desarrollaron el presente estudio y el estudio español citado [12].

5. Ciencia de los materiales y termodinámica de los tatamis.

La ciencia de los materiales es fundamental en esta investigación, ya que la seguridad depende tanto del material como de la calidad del tatami [44]. En este estudio, analizamos un tatami fabricado con espuma de poliuretano y poliuretano blando recubierto de PVC, aprobado por la IJF, con un espesor de 4 cm y una densidad total de 240 kg/m³. Su resistencia a la tracción es de 2480 N/5 cm y su reducción teórica de la fuerza es de aproximadamente 25 %-40 %.

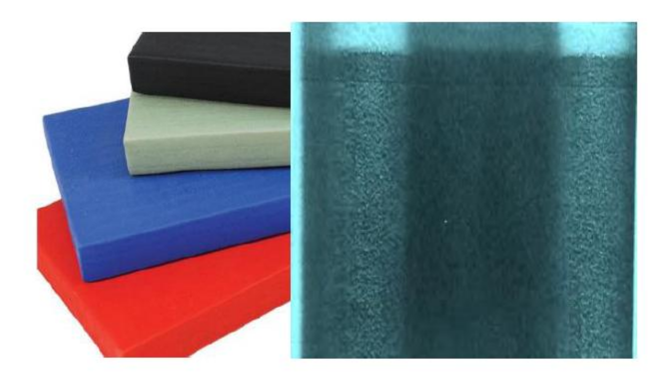
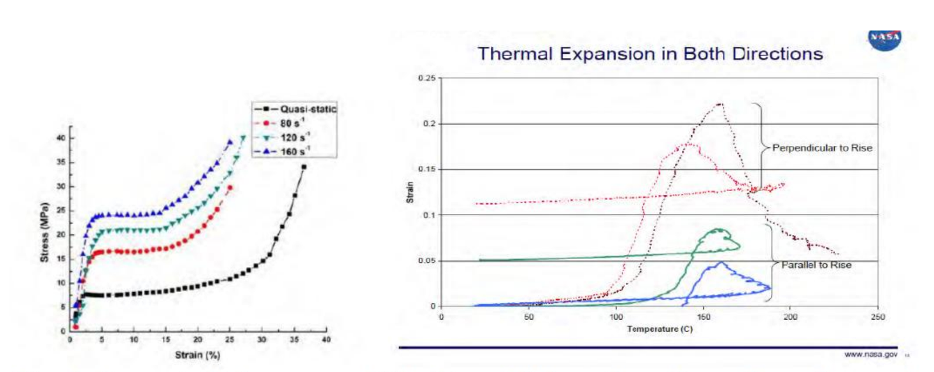


Fig 14 Tatami and vertical constituents section

El PU, inventado por Bayer en Alemania alrededor de 1937, tiene una historia de poco más de 75 años. Se ha convertido en uno de los grupos de polímeros más dinámicos. Su uso abarca prácticamente todos los campos de aplicación de los polímeros: espumas, elastómeros, termoplásticos, termorrígidos, adhesivos, recubrimientos, selladores y fibras. El PU se obtiene mediante la reacción de un poliol oligomérico [polímero de bajo peso molecular (PM) con grupos hidroxilo terminales] y un poliisocianato. La estructura del poliol oligomérico utilizado para la fabricación del PU tiene un efecto muy profundo en las propiedades del polímero resultante, como afirma Ionescu en su obra enciclopédica [45]. El tatami analizado estaba formado por tres capas: la primera de PVC, la segunda de espuma de poliuretano y la tercera de poliuretano semirrígido.

La espuma es importante, pero su evolución mecánica es bastante compleja. La respuesta de la espuma se vuelve más rígida al aumentar la velocidad de deformación, y la densificación (bloqueo) se produce muy por debajo de las deformaciones a las que se produce el bloqueo en la espuma deformada a velocidades de deformación cuasiestáticas. En consecuencia, las características de absorción de energía de la espuma se alteran con un cambio en la velocidad de deformación. [46].



Diag 2 Stress-strain foam curves[46] Diagg 3 Polyurethane Foam thermal expansion [46]

El comportamiento térmico de la espuma de poliuretano también es muy complejo, como demostraron investigadores de la NASA en trabajos muy interesantes [47]. Dado que la espuma no es un material, sino una estructura, el modelado de la expansión es complejo. Además, se complica por la anisotropía del material. Durante el proceso de pulverización y espumado, las celdas se alargan en la dirección ascendente, lo que les confiere propiedades diferentes en la dirección ascendente que en las direcciones transversales. Sin embargo, nos interesa mucho más la expansión en su compresión y los efectos termodinámicos relacionados.

Si la compresión producida por los cuerpos de los niños es rápida, la situación puede aproximarse en términos termodinámicos a una transformación adiabática. Esta transformación específica fue denominada por Viecheslav Sychev en su libro “Sistema termodinámico complejo” [48], Efecto elastocalórico.

5.1 Efecto elastocalórico

Cuando un cuerpo cae sobre el tatami tras una proyección de judo, el impacto produce una compresión adiabática del tatami, la energía del impacto se absorbe parcialmente y uno de los principales efectos que transforma la energía mecánica en calor es el efecto elastocalórico. La variación de temperatura inducida se expresa mediante el siguiente cálculo sencillo:

$$\mathbf{T=T_0+\int_0^{\Psi}\left(\frac{\partial T}{\partial \Psi}\right)_{S,P}\partial\Psi} \quad \{19\}$$

Para resolver el núcleo de la integral, podemos utilizar la ecuación de Maxwell

$$\left(\frac{\partial T}{\partial \Psi}\right)_{S,P} = -\left(\frac{\partial l}{\partial S}\right)_{\Psi,P} = -\left(\frac{\partial l}{\partial T}\right)_{\Psi,P}\left(\frac{\partial T}{\partial S}\right)_{\Psi,P} \quad \{20\}$$

Cuando el tatami se comprime, la tensión Ψ es negativa y su temperatura aumenta, absorbiendo energía. La relación final anterior {21}, recordando la ecuación elástica de Hooke, puede modificarse como:

$$T = T_0 - \frac{\alpha_l \overline{T}}{c_p \rho}\Psi \Rightarrow \Delta T = -\frac{\alpha_l \overline{T}}{c_p \rho}\Psi = \frac{\alpha_l \overline{T} E \Delta\varepsilon}{c_p \rho} \quad \{22\}$$

Para tener un primer orden indicativo de magnitud en nuestra investigación, una evaluación “teórica” muy simple asegura que con Espuma de Poliuretano como material de Tatami con Licencia IJF, con densidad 244 Kg/m³, con absorción de energía, alrededor del 25%-35%, suponiendo: Compr. Teórica ≈ 2 mm, la temperatura tendrá un aumento “teórico” de: 296.15 < T(°K) <297.0 o en Celsius 23 < T(°C) <23.8.

La mecánica y el efecto elasto-calórico están conectados por medio de la Deformación que Produce Compresión del Tatami por la ley de Hook.

$$\Psi = \frac{F}{A} = E\Delta\varepsilon \Rightarrow \Delta\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$$

La compresión se produce cuando la rodilla de Tori se hunde de las dos maneras analizadas, y parte de la tensión, tras la absorción de energía, se devuelve al cuerpo de Tori según el principio de acción-reacción. En fórmulas:

$\Psi' = -e\Psi$ {24} Donde (e < 1) es similar al coeficiente de restitución y depende del material del tatami.

Recordando que: $\Psi' = -e\frac{F}{A}$ {25}

A, en la ecuación {25} es la superficie que, en nuestra investigación actual, corresponde a la superficie de impacto real de Tori al realizar el Suwari Seoi. Esta, en nuestros dos ensayos experimentales examinados, corresponde a dos posiciones básicas:

- Pies en punta: suma del área de la protuberancia tibial y la punta de los dedos. Figura A
- Pies estirados: área total de contacto de la tibia más la del dorso del pie. Figura B



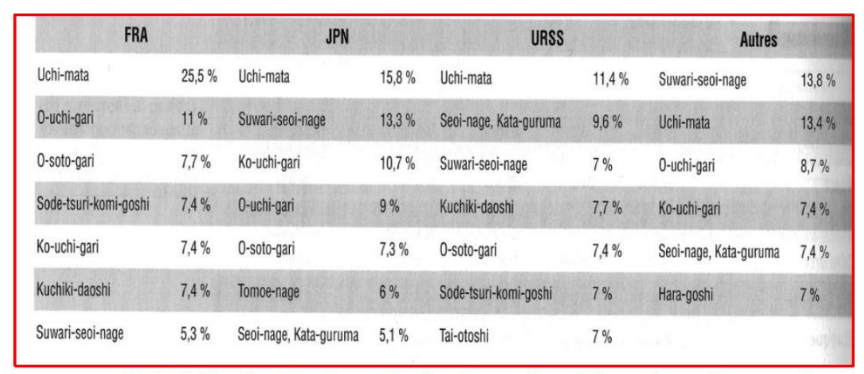
Fig. 15 Deep Kneeling feet pointed



Fig. 16 Kneeling with feet stretched " Seiza" position

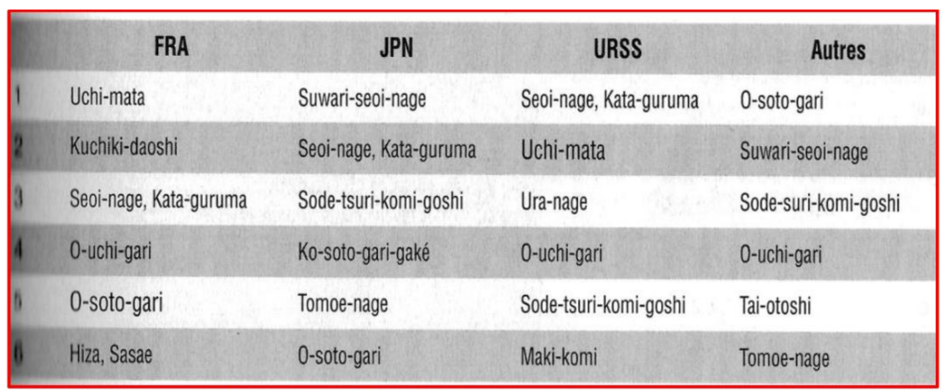
6. El lanzamiento

La aplicación de la familia suwari seoi en competición requiere una situación biomecánica específica. Es bien sabido que tanto el Seoi Nage como el Suwari Seoi Nage se encuentran entre los derribos de judo más utilizados y exitosos del mundo. Como se puede observar en las siguientes tablas: Tablas 9 y 10.



FRA		JPN		URSS		Autres	
Uchi-mata	25,5 %	Uchi-mata	15,8 %	Uchi-mata	11,4 %	Suwari-seoi-nage	13,8 %
O-uchi-gari	11 %	Suwari-seoi-nage	13,3 %	Seoi-nage, Kata-guruma	9,6 %	Uchi-mata	13,4 %
O-soto-gari	7,7 %	Ko-uchi-gari	10,7 %	Suwari-seoi-nage	7 %	O-uchi-gari	8,7 %
Sode-tsuri-komi-goshi	7,4 %	O-uchi-gari	9 %	Kuchiki-daoshi	7,7 %	Ko-uchi-gari	7,4 %
Ko-uchi-gari	7,4 %	O-soto-gari	7,3 %	O-soto-gari	7,4 %	Seoi-nage, Kata-guruma	7,4 %
Kuchiki-daoshi	7,4 %	Tomoe-nage	6 %	Sode-tsuri-komi-goshi	7 %	Hara-goshi	7 %
Suwari-seoi-nage	5,3 %	Seoi-nage, Kata-guruma	5,1 %	Tai-otoshi	7 %		

Tab. 9 % of utilization of judo throws by athletes from France, Japan and Russia [5]



	FRA	JPN	URSS	Autres
1	Uchi-mata	Suwari-seoi-nage	Seoi-nage, Kata-guruma	O-soto-gari
2	Kuchiki-daoshi	Seoi-nage, Kata-guruma	Uchi-mata	Suwari-seoi-nage
3	Seoi-nage, Kata-guruma	Sode-tsuri-komi-goshi	Ura-nage	Sode-suri-komi-goshi
4	O-uchi-gari	Ko-soto-gari-gaké	O-uchi-gari	O-uchi-gari
5	O-soto-gari	Tomoe-nage	Sode-tsuri-komi-goshi	Tai-otoshi
6	Hiza, Sasae	O-soto-gari	Maki-komi	Tomoe-nage

Tab 10 Throws effectiveness for athletes from France, Japan and Russia [5]

El análisis biomecánico muestra otros hallazgos interesantes de los lanzamientos Seoi. En general, es imposible realizar técnicas Seoi sin desequilibrar. Todas las técnicas Seoi que dependen del kuzushi (desequilibrio) también requieren una pausa para que el movimiento del adversario se realice. Los lanzamientos de la familia Seoi son movimientos complejos que requieren la máxima coordinación y sincronización, especialmente para obtener la posición óptima de tsukuri y superar la fuerte oposición defensiva de los agarres de Uke (Kumikata). Estas son, en general, las razones de la alta demanda energética de Tori, junto con la mecánica específica del lanzamiento. Sin embargo, la máxima de Kano: el mejor uso de la energía y la máxima efectividad con el mínimo esfuerzo, se aplica inconscientemente en competiciones de alto nivel por todos los atletas y, por lo tanto, la familia Suwari Seoi se aplica con gran éxito. Tori tiene una serie de ventajas innegables sobre la familia Seoi de pie.



Fig. 17 Male and Female version of Suwari Seoi Family

Ventajas de Tori respecto al Seoi Clásico

1) Energéticamente más económico (el brazo de la palanca es más largo).
2) Kuzushi menos importante (el movimiento de caída actúa como kuzushi).
3) Posicionamiento más fácil del Tsukuri (es el cuerpo de Uke el que se adapta al de Tori, y no a la inversa).
4) Útil para superar los agarres de Uke (los brazos tienen menos capacidad para detener el movimiento hacia arriba y hacia abajo que las acciones de empujar/tirar).
5) Útil para aumentar la velocidad de rotación.
6) Lo más difícil es la evitación de Uke frente a la acción de caída.

Sin embargo, estas múltiples e innegables ventajas previas que simplifican la acción de Tori se ven, por otro lado, afectadas por dos importantes complicaciones.

Desventajas de Tori

1) Menor control sobre la dirección defensiva del cuerpo del Uke

2) Aumento drástico de la estabilidad y disminución de la movilidad

En competiciones de alto nivel, debido a las habilidades acrobáticas defensivas de los atletas, a Tori, con las rodillas tocando el tatami, le resulta difícil gestionar la dirección de las fuerzas de proyección según los movimientos defensivos del Uke cuando el lanzamiento no es perfecto.

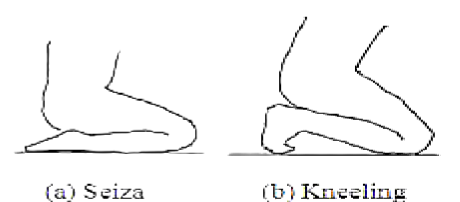
Por ello, se hace necesario utilizar movimientos adicionales para perfeccionar la acción y obtener un resultado efectivo. Por lo tanto, el dinamismo de una acción de proyección, la alta habilidad defensiva y la menor movilidad son las tres razones principales para aplicar herramientas de apoyo táctico (movimientos específicos) para refinar la acción en competición, ya que, durante la caída, Tori tiene poco control sobre el movimiento del Uke, y el final de la trayectoria le plantea múltiples opciones de dirección, lo que constituye también la principal dificultad para gestionar este lanzamiento de forma efectiva.



Fig 18 Esoteric, but effective, Variation of Suwari Seoi Family

7. Movimientos complementarios (herramientas tácticas)

Cuando los atletas realizan Suwari Soi en competición, debido a la gran dificultad que tiene Tori para controlar la dirección defensiva del cuerpo de Uke [50], surge la necesidad de perfeccionar la parte final del lanzamiento mediante movimientos complejos, generalmente denominados "herramientas tácticas" [51]. Partiendo de las dos posiciones corporales (a) Seiza y (b) Arrodillado, que representan la posición básica de llegada del cuerpo de Tori tras la caída, todas las herramientas tácticas comienzan con una extensión de pierna en diferentes direcciones (principalmente: arriba, adelante, diagonal), conectada con movimientos corporales complementarios, como torsión, empuje, rotación o flexión, con la ayuda de movimientos específicos de los brazos.





Figg.20-23 complementary movements to obtain full point (Ippon)





Fig24- 31***different Complementary Tactical Tools applied to perfect the Suwari Seoi final action***

8. Biomecánica y seguridad de los movimientos complementarios

En posición de flexión completa, el músculo extensor tira a menos de 7° con respecto a la tibia. Esto le confiere una desventaja mecánica con respecto al suelo de entre 1/150 y 1/260 (es difícil de medir con precisión). Además, el músculo debe producir una fuerza considerable para generar un empuje moderado contra el suelo. Por ejemplo, si al iniciar un salto, de rodillas y con los pies en punta, cada pierna empuja el suelo con una fuerza de aproximadamente 0,05 N, significa que el músculo debe estar produciendo una fuerza de 10-15 N, aproximadamente 100-200 veces el empuje inicial. Si consideramos la resistencia que debe superarse en las técnicas de Suwari Seoi: principalmente la suma de las masas corporales de Tori y Uke, por ejemplo, respectivamente 63 y 65 kg, entonces los músculos necesitan aplicar una fuerza para mover 1255,6 N, esto significa que cada pierna debe empujar el suelo con una fuerza de 627,8 N y produce una fuerza de 62780 N si la situación estática y dinámica pudiera ser más favorable, pero la producción de fuerza también debe ser muy alta. Incluso más costoso podría resultar de la misma acción comenzando desde una posición de seiza. Por estas razones, con mayor frecuencia, se aplica una variación básica diferente en la competición real. Es una forma intermedia entre seiza y arrodillarse profundamente. Normalmente, Tori no se apoya en ambas piernas, sino en un apoyo diferenciado, más en una pierna que en la otra. Esta diferente distribución del peso varía la estabilidad de Tori, que se vuelve más móvil y puede aplicar herramientas complementarias con mayor facilidad. Obviamente, el precio de esta mayor libertad de movimientos es el peligro potencial debido a la elección de una única base de apoyo para la acción de caída, en lugar de dos, en las que la presión debida al impacto de la caída sobre las rodillas puede disminuir.

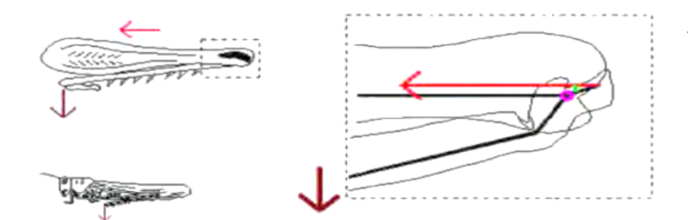


Fig 32 Fuerza de empuje del cuádriceps sobre el tatami

Se han realizado estudios japoneses exhaustivos para estudiar la producción de fuerza en la rodilla durante seiza y la postura arrodillada profunda, tanto al descender como al ascender [52, 53, 54]. El complejo modelo matemático se basa en la evaluación de momentos y fuerzas externas e internas sobre la cadera, la rodilla y el tobillo. Sin embargo, la solución del sistema es indeterminada debido a que existen tres ecuaciones con seis variables (las seis fuerzas musculares) que se desconocen.

Sin embargo, con algunas suposiciones y simplificaciones, es posible reducir el número de incógnitas a tres y obtener una buena aproximación de la fuerza que actúa sobre la rodilla.

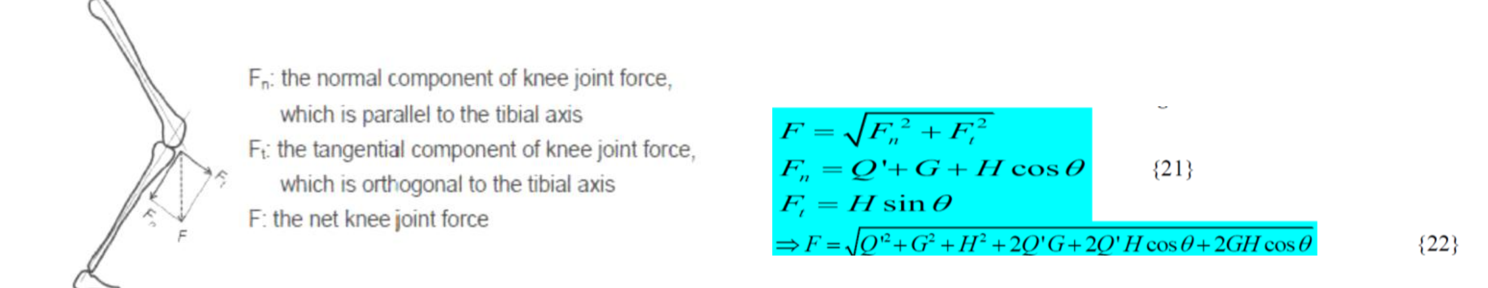


Fig 33. Fuerzas que actúan en la rodilla

Los resultados experimentales para la fuerza de la articulación de la rodilla evaluada en función del ángulo de flexión de la rodilla se presentan en la siguiente Figura.

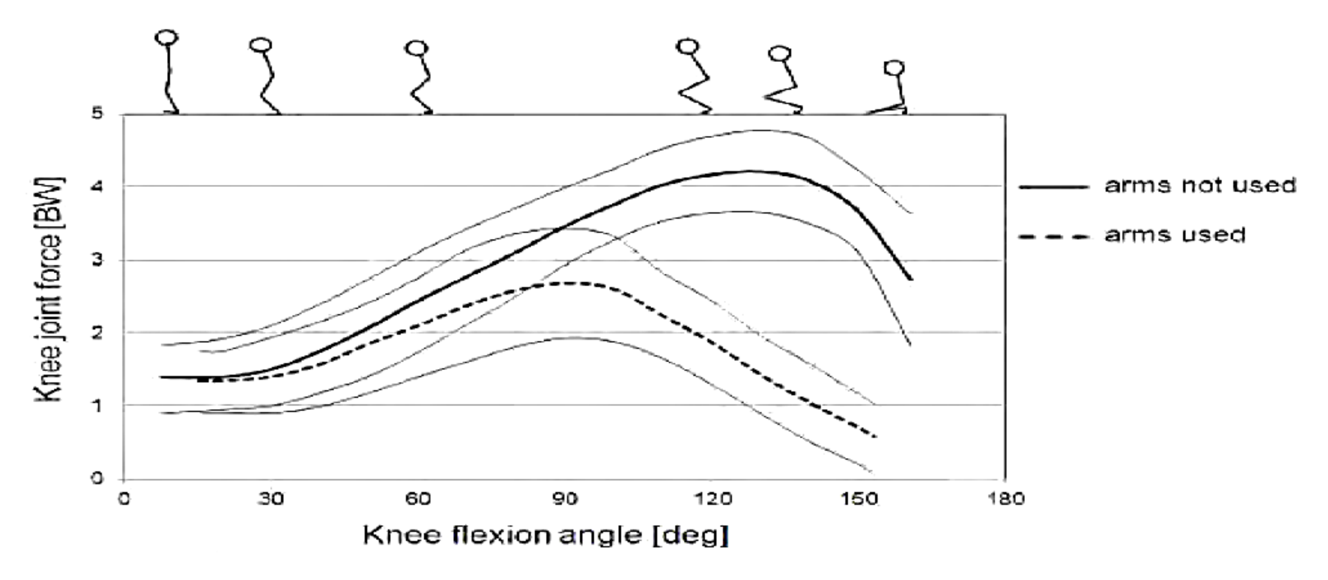


Fig 4. Fuerza de la articulación de la rodilla al levantarse sin y con la ayuda de los brazos [52]

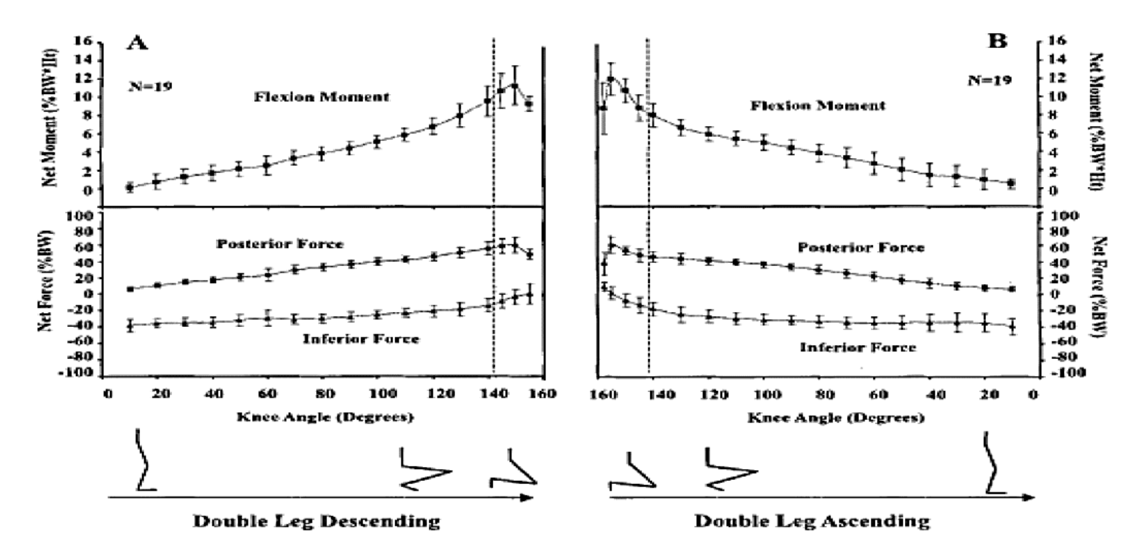


Fig. 5. Fuerza y momento de la articulación de la rodilla (ascendente y descendente) [53]

El seguimiento para refinar la acción de lanzamiento de una de las técnicas de la familia Suwari Seoi, los movimientos complementarios, llamados Herramientas Tácticas, se pueden modelar como una combinación lineal de diferente contribución de elevación más fuerza elástica más fuerza de torsión:

$$F_{TT} = (m_1 + m_2) a \frac{t_l}{t_{TT}} - k (L \sin \varphi) \frac{t_f}{t_{TT}} + \tau_{\max} \frac{d^3}{5L} \frac{t_r}{t_{TT}} \quad \{23\}$$

Con contribuciones variables en el tiempo, donde: m_1 m_2 son las masas corporales de Tori y Uke, k = constante elástica del músculo del muslo de Tori, τ máx = torque producido en la pierna, d = diámetro del músculo del muslo de Tori, L = longitud del músculo del muslo de Tori, tTT = tiempo de aplicación de la herramienta táctica, ti = tiempo: elevación, avance, rotación.

Esta ecuación permite evaluar la magnitud del esfuerzo en la rodilla para verificar si las estructuras ligamentosas de las rodillas de Tori pueden verse comprometidas durante la ejecución de estos movimientos. Si se introducen los valores fisiológicos correctos para un movimiento teórico realizado en 0,26 s, dividido en tres submovimientos de la misma duración, todo esto aplicado a dos atletas de hasta 65 kg, categoría que suele aplicar estas técnicas.

La importancia de los movimientos complementarios para la seguridad de las rodillas se demuestra mediante un cálculo puramente teórico para centrar la atención de los profesores en el estudio correcto de esta parte de la técnica. Recordando la ecuación anterior {28} y que los parámetros fisiológicos están relacionados con los músculos extensores del muslo más utilizados (cuádriceps femoral para mujeres y grupo isquiotibiales para hombres) [55].

$$F_{TT} = (m_1 + m_2)\, a \frac{t_l}{t_{TT}} - k(L \sin\varphi)\frac{t_f}{t_{TT}} + \tau_{\max}\frac{d^3}{5L}\frac{t_r}{t_{TT}}$$

La evaluación teórica, para un peso de 65 kg frente a uno de 62 kg, muestra que, para mujeres y hombres, los resultados relativos son: 1750 N y 1560 N, con una contribución rotacional de aproximadamente 400 N. Si recordamos que la resistencia normal a la tracción es: para el ligamento cruzado anterior (LCA) 2000 N, el ligamento cruzado posterior (LCP) 1500 N y las estructuras laterales alrededor de 500 N [56], comprendemos fácilmente la complejidad de la ejecución de esta parte. Cabe destacar que, durante la competición, la mayor parte de los esfuerzos rotatorios aplicados de forma segura son realizados por el complejo tronco-cadera, lo que facilita la tarea de las rodillas.



Fig. 34-37 Aplicación torsional/rotacional en movimientos complementarios

9. Protocolo experimental

Cada sujeto realizó dos pruebas específicas con tres subcasos y seis lanzamientos. Todas estas pruebas se realizaron cuatro veces, por razones estadísticas obvias, para reducir la varianza entre los lanzamientos. Esto significa que cada niño Tori realizó 24 acciones; los atletas nacionales, por razones de tiempo y entrenamiento, solo dos pruebas, es decir, 12 acciones. Sin embargo, tanto por seguridad como por tiempo, los niños realizaron las pruebas en tres días, y los atletas en dos. Cada prueba se dividió en tres lanzamientos especiales: uno para realizar suwari seoi solo, dos con uke sin lanzarlo, y tres con uke, lanzándolo para completar la técnica. Esta diversificación se realizó para estudiar la influencia del cuerpo de uke en la velocidad de caída de las rodillas de Tori en el equilibrio dinámico de la cupla. Así, Tori cae primero por sí mismo, luego con las presas al judogi de uke y, finalmente, realizando la proyección del cuerpo de uke. La primera prueba consiste en caer con ambos pies en punta tocando el tatami. La mecánica de esta forma de aplicación es una caída controlada, específicamente una paradoja mecánica (véase biomecánica, párrafo 6). El área de percusión es menor que en la otra

forma de tocar el tatami: solo las puntas de los pies en punta y una pequeña área tibial. Se toma el tiempo de la trayectoria de la caída para evaluar la velocidad media.

La segunda prueba es la otra forma de aplicar Suwari Seoi en competición: saltar con los pies estirados sin tocar el tatami. En este caso, la mecánica de la acción es una caída libre, con un área de contacto mayor y una proyección de la superficie tibial y la parte posterior del pie más larga. Las mediciones de la superficie de impacto se basan en la conducción dinámica del calor entre el cuerpo humano y la capa superficial del tatami, seguida del enfriamiento natural por convección.

Se han dedicado pocos estudios con termografía infrarroja al diagnóstico del rendimiento deportivo y al diagnóstico de patologías deportivas. No se han desarrollado estudios para la seguridad y la prevención en el deporte. Es bien sabido que la actividad deportiva induce un complejo proceso de termorregulación, en el que parte del calor es liberado por la piel de los atletas. Dado que no todo el calor producido puede liberarse en su totalidad, se produce un calentamiento muscular que resulta en un aumento de la temperatura superficial de la piel. En particular, el método IRT permitirá, a largo plazo, cuantificar la pérdida de calor.

Esta investigación se centra en la captura de la imagen térmica del contacto superficial del cuerpo de Tori tras la caída de Suwari Seoi y en su medición geométrica, en ambos casos con los pies en punta y estirados. Cuando el cuerpo de Tori cae al tatami, deja una huella térmica producida por conducción térmica dinámica. Esta no es visible. La huella térmica desaparece rápidamente debido al enfriamiento por convención de la capa superficial cuando el cuerpo abandona el tatami. En una fórmula, el desgaste de la superficie del tatami debido a la conducción entre el contacto del cuerpo humano y la superficie del tatami se basa en la ecuación clásica:

$$Q_{cond} = -k\nabla T \quad \{24\}$$

El enfriamiento [49] de la superficie del tatami se debe a la convección natural en un entorno cerrado.

$$Q_{conv} = \rho c_p V T \quad \{25\}$$

Recordando también que la ecuación general de la convección es bien conocida:

$$Q_{conv} = h(T - T_0) \quad \{26\}$$

Es posible obtener la ecuación diferencial que muestra la variación de la temperatura en el tiempo durante el enfriamiento.

$$\frac{dT}{dt} = \left(\frac{h}{\rho c_p \Delta x}\right)(T_0 - T) \quad \{27\}$$

La solución de esta ecuación diferencial es:

$$T = T_0 + (T_1 - T_0)e^{-\left(\frac{h}{\rho c_p \Delta x}\right)t} \quad \{28\}$$

La evaluación de la inversa del exponente nos da el orden de magnitud del tiempo de enfriamiento, es decir, reemplazando los parámetros de los materiales, aproximadamente 45 s. Esto es muy lento [57, 58]. La idea de la investigación es capturar con una cámara térmica rápida y sensible esta imagen de la superficie de contacto, medirla y evaluar, desde el punto de vista de la seguridad, la tensión recibida por el cuerpo, es decir, la fuerza de impacto máxima dividida por la medida de la imagen térmica de la superficie de contacto [59, 60]. El protocolo es muy sencillo en un tatami preparado. Véase la siguiente figura.

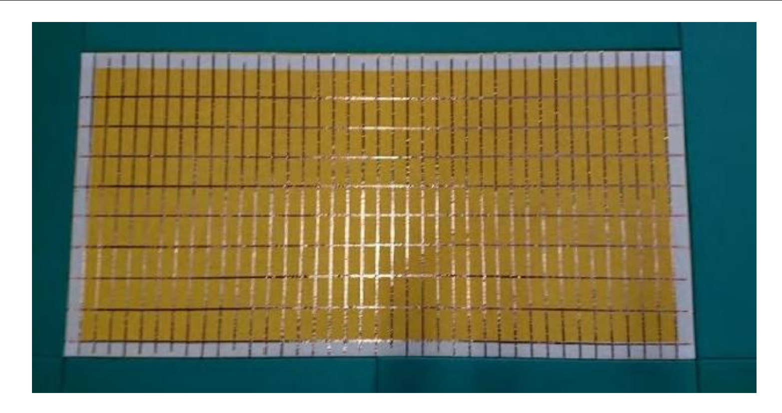


Fig. 38. Tatami preparado con una cinta marcadora especial útil para imágenes térmicas

Tanto los niños como los atletas realizan dos intentos de lanzamiento en la condición de dos finales. Pies en punta y estirados. El diseño de la investigación en esta ocasión se organiza con dos tatamis preparados y un sistema de refrigeración para enfriarlos y agilizar el proceso.



Fig 39-40. Sistema de enfriamiento y tatami



Fig. 41. Disposición completa de Investigación con dos tatamis preparados

Se utilizan dos cronómetros digitales para evaluar el tiempo de vuelo o la trayectoria de los sujetos y así obtener una mejor evaluación. Posteriormente, con la cámara termográfica, se toman muestras de la superficie de contacto en cada prueba. Las siguientes figuras muestran imágenes térmicas de la superficie de contacto en relación con los dos estilos analizados.

Es fácil apreciar la diferencia en la superficie obtenida. Se utilizó la cámara termográfica japonesa AVIO 600 de Nippon Avionics, equipada con el software InfReC Analyzer 9500.

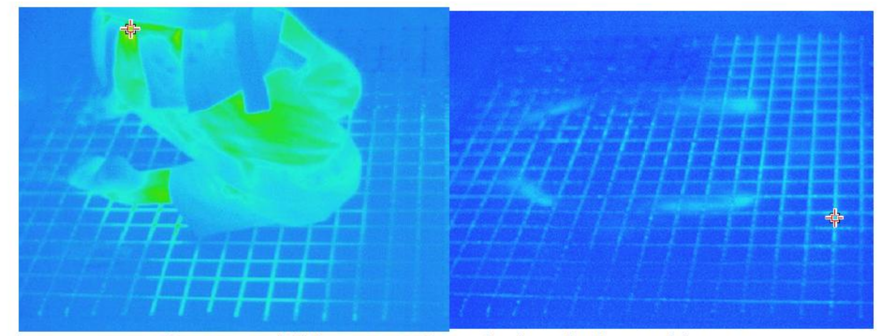


Fig42-43 Children Feet Stretched and Thermal image

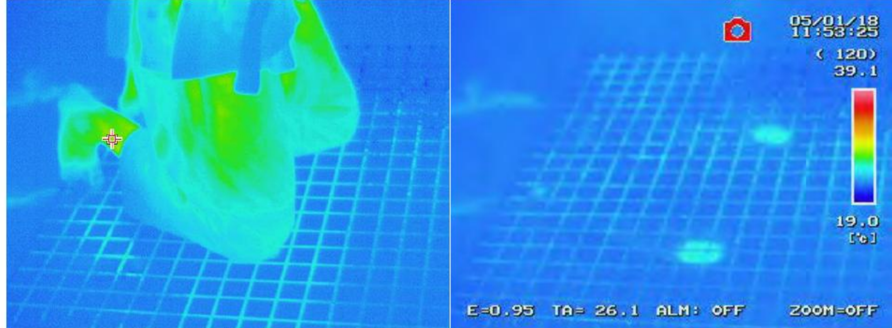


Fig44-45 Children Feet Pointed and Thermal Image

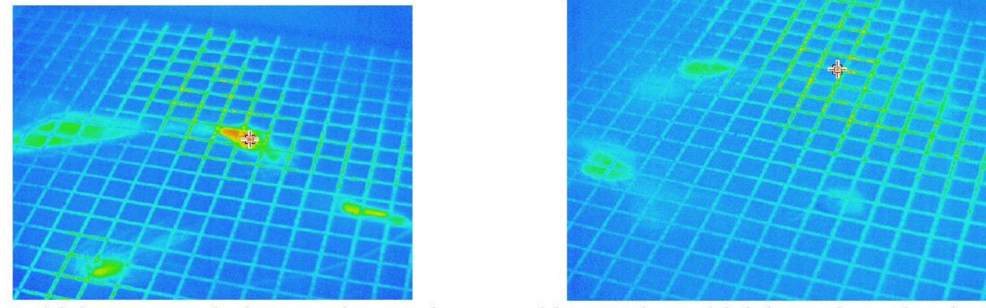


Fig.46 Adult Feet stretched Preponderance from one side *Fig47 Adult knees feet pointed*

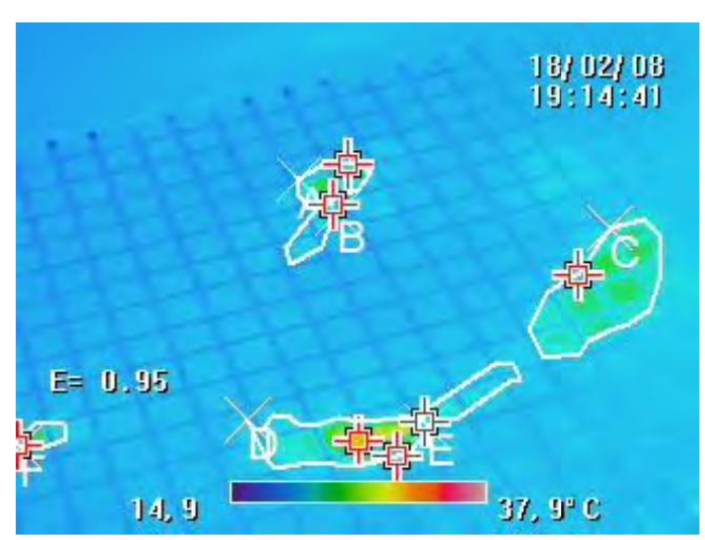


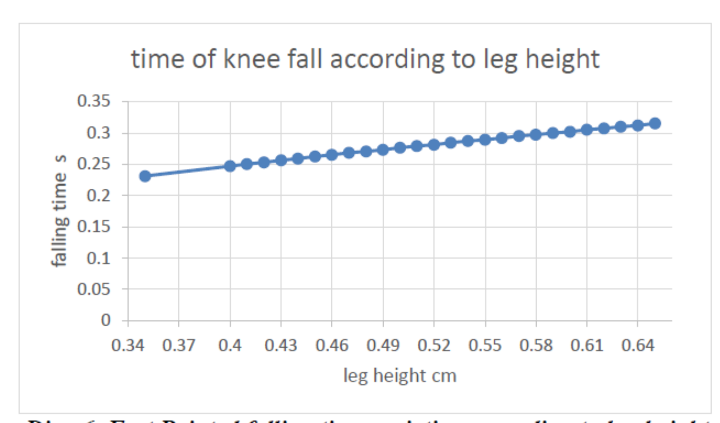
Fig48 measurement of the surface area of Suwari with a right preponderance

YEAR	H BODY	W	H Knee-heel	Costeff	DUBOIS
	m	Kg	cm	m^2	m^2
male					
1999	1,56	55,3	44	1,25643	1,53829
2001	1,77	71	47	1,44596	1,87469
2000	1,70	56,5	49	1,27235	1,65219
2002	1,70	54	50	1,23888	1,62072
2006	1,50	45	42	1,08148	1,36977
Female					
2005	1,65	50	48	1,18285	1,53498
2000	1,60	58,7	45	1,30087	1,60703
2003	1,65	55	43	1,25241	1,59843

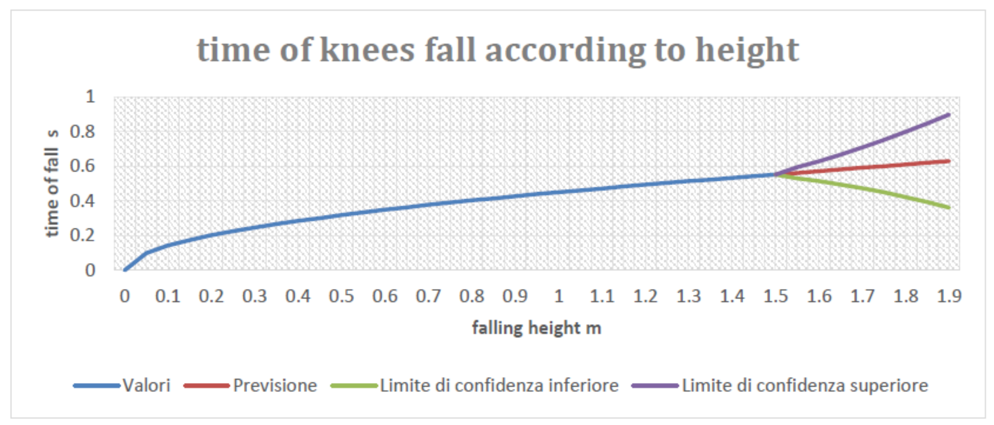
Tab11 Children Data

YEAR	H BODY	W	H Knee-heel	W+ J	DUBOIS	Dubois J
	m	kg	cm	kg	m²	m²
male						
1999	1,67	63	49	64,5	1,70827	1,72543
1998	1,69	63,8	51	66,5	1,73233	1,76312
1993	1,72	63,5	50	66,1	1,75107	1,78118
1993	1,69	71,6	48	74	1,81937	1,84505
1989	1,90	103,5	57	106,3	2,31639	2,34282
1991	1,87	104	58	106,7	2,29451	2,31964
1999	1,73	75	50	77	1,88734	1,90857
1998	1,7	70,8	50	73,2	1,81846	1,84442
1996	1,82	93	54	96,4	2,14547	2,17847
1990	1,9	110	55	115	2,37714	2,42248
1997	1,73	71,5	46	73	1,84939	1,86579
1998	1,76	75	51	78,2	1,91101	1,94525
Female						
1998	1,61	50,7	46	53	1,51685	1,54572
1999	1,6	50,1	47	52,8	1,50239	1,53629
1997	1,63	54	47	56,7	1,57206	1,60500
1998	1,49	48,2	47	50,3	1,40352	1,42919
1996	1,64	52	47	53,2	1,55392	1,56906
1995	1,58	59,1	45	61,9	1,59704	1,62876

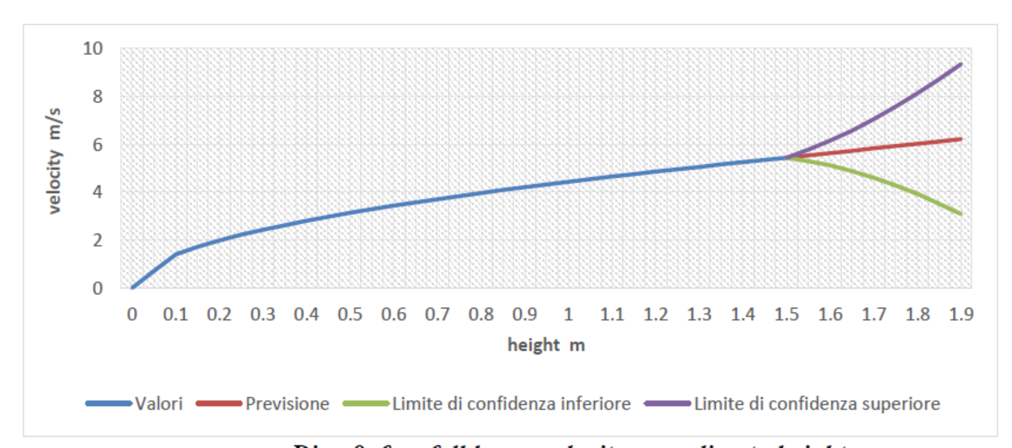
Tab 12 National Team data



Diag.6 Feet Pointed falling time variation according to leg height



Diag. 7 free fall time of fall according to falling height



Diag 8 free fall knees velocity according to height



Fig49-58 Experimental Protocols: Suwari Seoi alone and with no throwing action



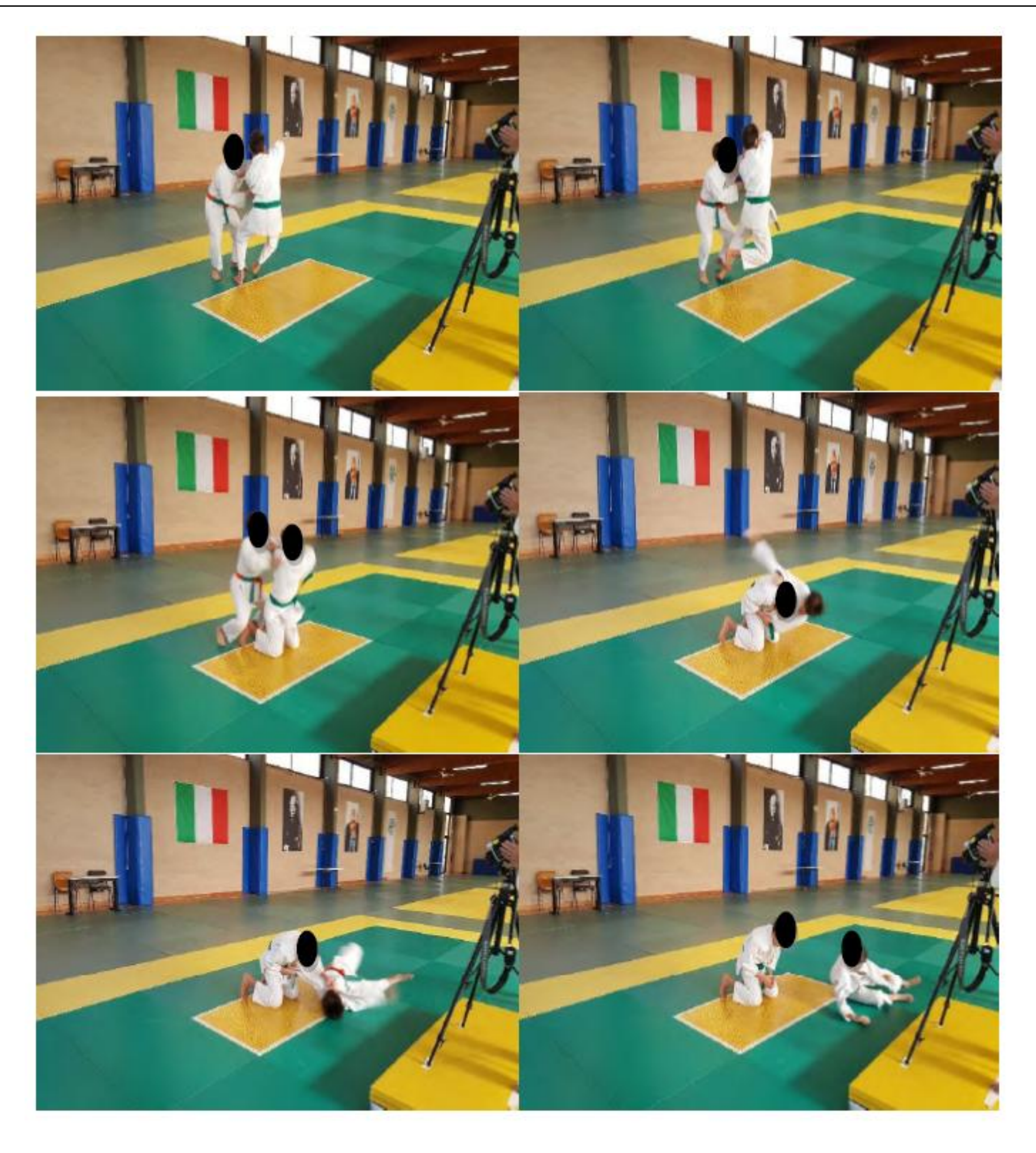


Fig. 59-64 Protocolo experimental: Suwari Seoi con acción de lanzamiento



Fig 65-66 Thermal capture of athlete



Fig 67-68 thermal capture of contact knees image

10. Resultados experimentales

El análisis exhaustivo de las técnicas, realizado con 437 películas térmicas (223 de niños y 214 de atletas nacionales), cada una con un promedio de 60 fotogramas, permitió evaluar el promedio de las superficies de contacto entre las cuatro pruebas realizadas a niños y las dos realizadas a adultos, tanto en la ejecución con los pies en punta como con los pies estirados. Las superficies de contacto promedio obtenidas se dividieron entre las superficies corporales totales, obteniendo así el porcentaje de superficie de contacto para cada estilo. Estos porcentajes se compararon entre niños y adultos para obtener información de referencia sobre la mayor o menor peligrosidad del estilo de la técnica en función de la edad de Tori. El tiempo promedio de caída o vuelo (dos medidas) para cada estilo permitió calcular la velocidad de caída experimental de las rodillas de Tori. Esta velocidad experimental se comparó con la teórica, medida mediante las ecuaciones del modelo biomecánico. El modelo biomecánico permitió también calcular la fuerza de impacto en las peores condiciones (análisis de seguridad), que dio como resultado la peor presión que pesa sobre las rodillas de Tori para cada estilo, y la fuerza de reacción del suelo del tatami que se recibe, evaluando su peligrosidad.

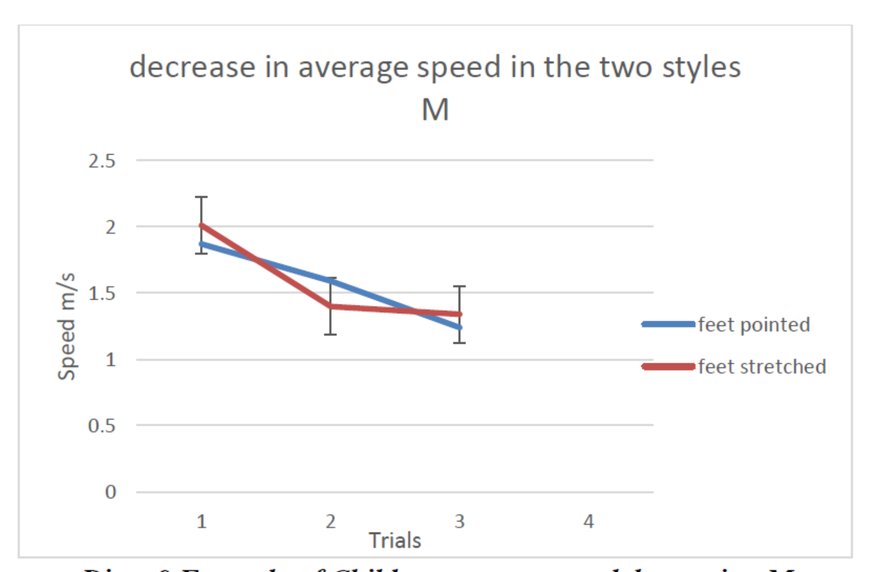
Se comparan todas las medidas entre niños y adultos para identificar cualquier diferencia. Esta comparación, en términos de seguridad, se basa en el cálculo de la superficie corporal (SBA). Normalmente, para niños se utiliza la fórmula de Costeff [99], que es más precisa que la conocida fórmula de Du Bois y Du Bois [pp], que sobreestima la superficie corporal en

niños. Sin embargo, utilizamos la fórmula de Du Bois y Du Bois aplicada a niños solo en la comparación con adultos, ya que, de esta manera, las medidas de la superficie sobreestimada aumentan (por seguridad) la presión sobre las rodillas de los niños y nos brindan una forma más segura de comparar.

Se destacan algunas evaluaciones de seguridad interesantes del protocolo experimental específico. Inicialmente, los niños muestran una disminución constante de la velocidad de caída en ambos enfoques: pies en punta y pies estirados, comenzando con el ejercicio solo y terminando con el ejercicio de proyección. Este comportamiento es muy importante desde el punto de vista de la seguridad. Se explica fácilmente tanto por la baja habilidad técnica como por el equilibrio dinámico entre Tori y Uke. En otras palabras, la presencia del cuerpo de Uke reduce la velocidad de las rodillas de Tori, que se alivia al mover la masa corporal de Uke. De esta manera, la presión final será menos peligrosa para las rodillas de los niños. En las siguientes tablas y diagramas, se muestran dos ejemplos de esta disminución de velocidad, promediada en cinco ensayos. Se obtuvieron resultados equivalentes para el 95 % de los demás niños; el 5 % restante fue casi igual a la velocidad de caída de las rodillas.

Average knees' speed in the trials of the two styles of suwari seoi, same boy M m/s		
Tori alone	***With Uke no throwing***	***Throwing Uke***
1,88	***1,38***	***1,23***
1,46	***1,56***	***1,34***
2,13	***1,56***	***1,42***
1,62	***1,95***	***1,17***
2,04	***1,04***	***1,27***
1,95	***1,51***	***1,23***
2,23	***1,42***	***1,51***
1,88	***1,62***	***1,17***
1,77	***1,61***	***1,29***
2.02	***1,39***	***1,29***

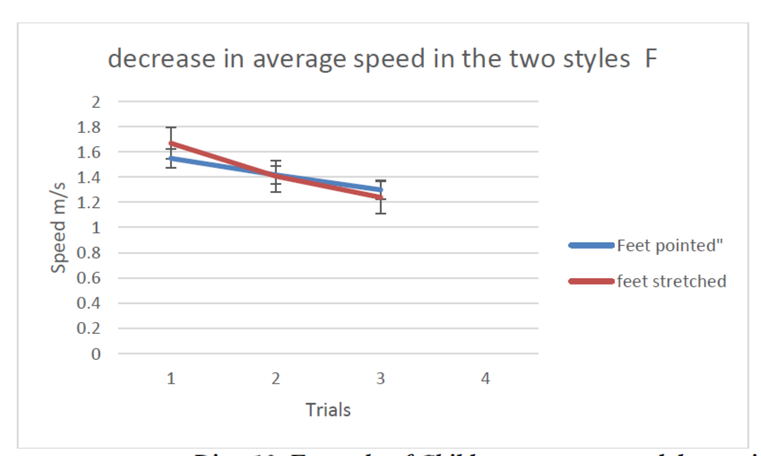
Tab13 average knees' falling speed (white Feet Pointed, Blue Feet stretched) Male



Diag. 9 Example of Children average speed decreasing M

Average knees' speed in the trials of the two styles of suwari seoi, same girl F m/s		
Tori alone	*With Uke no throwing*	*Throwing Uke*
1,28	*1,44*	*1,48*
1,58	*1,4*	*1,16*
1,75	*1,32*	*1,25*
1,96	*1,44*	*1,4*
1,48	*1,48*	*1,36*
1,36	*1,36*	*0,94*
1,63	*1,48*	*1,13*
1,88	*1,48*	*1,4*
1,64	*1,4*	*1,32*
1,58	*1,39*	*1,29*

Tab 14 average knees' falling speed (white Feet Pointed, Pink Feet stretched) Female



Diag,10 Example of Children average speed decreasing F

Se observa una tendencia más variable en los adultos de la Selección Nacional Italiana, que poseen una mayor habilidad técnica y automatismos más acentuados. Esto significa que la habilidad es, en gran medida, el factor determinante entre un atleta y otro. A pesar de la pequeña muestra numérica, presentamos, a modo de ejemplo, las tendencias porcentuales observadas entre los atletas de la selección nacional, divididos en hombres y mujeres. De hecho, entre los hombres, aproximadamente el 63 % mostró la disminución esperada, mientras que el 7 % mostró una velocidad más o menos constante y un aumento del 30 % en la velocidad, en correspondencia con la técnica competitiva adquirida. Entre las mujeres, el 61 % mostró una disminución, el 30 % un aumento y el 9 % una velocidad más o menos constante.

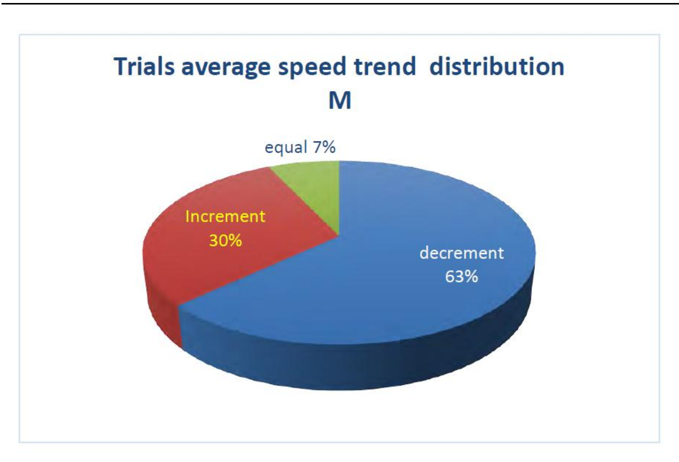


Fig69 Indicative average speed trend, National Team (Male)

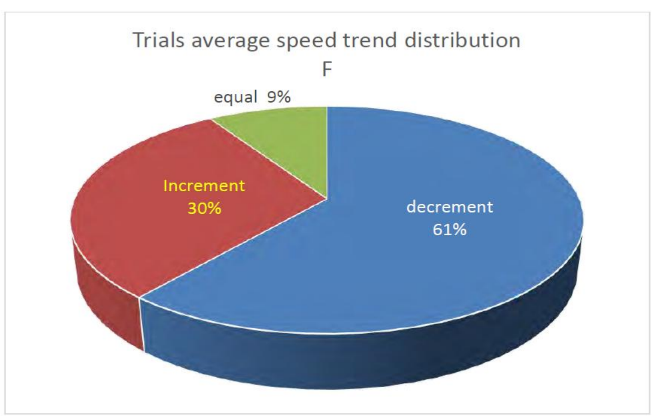


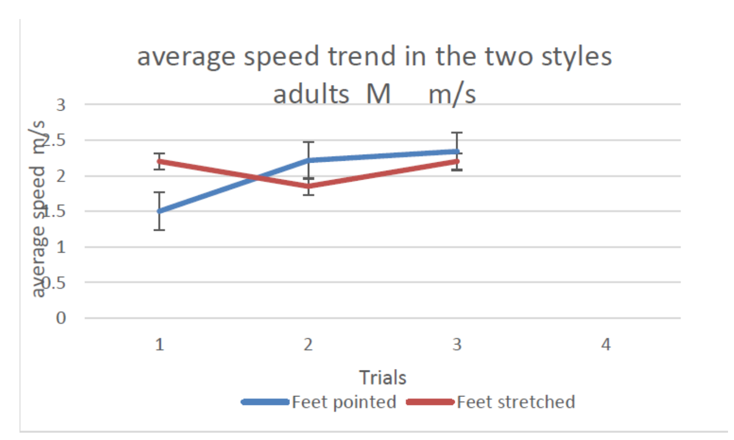
Fig 70 Indicative average speed trend, National Team (Female)

También se destacó la conexión entre velocidad y habilidad de los atletas, donde el más rápido fue un ex campeón del mundo.

average speed in the trials of the two styles of suwari seoi, same Athlete M m/s

Tori alone	*With Uke no throwing*	*Throwing Uke*
1,9	*2,31*	*2,31*
2,5	*1,3*	*2,04*
1,13	*2,12*	*2,37*
1,9	*2,31*	*2,31*

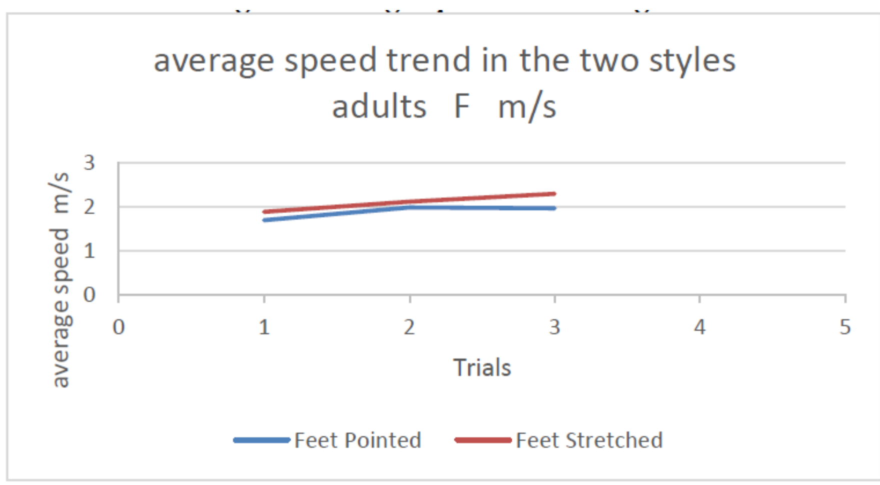
Tab 15 average speed increasing M



Diag. 11 speed trend

average speed in the trials of the two styles of suwari seoi, same girl F m/s		
Tori alone	With Uke no throwing	Throwing Uke
1,64	2,13	1,95
1,88	2	2,24
1,62	1,84	1,95
1,88	2,23	2,35

Fig.16 average speed increasing F



Diag.12 speed trend

La seguridad del lanzamiento, tanto para niños como para atletas, está garantizada, en primer lugar, por datos experimentales que indican que, en la mayoría de los niños y atletas, la velocidad promedio de caída de las rodillas disminuye al proyectar el uke. El siguiente paso será medir en el niño judoka estándar promedio [63] la tensión que se produce en las rodillas en ambos estilos durante el impacto [64]. Finalmente, evaluamos la Escala Abreviada de Lesiones (AIS) para la compresión determinada, con el fin de determinar si existe algún riesgo en la aplicación de la familia Suwari Seoi.

$$AIS = -3.78 + 19.56C$$

$C = \Psi / E = F / A$

El factor de compresión se evalúa dividiendo la tensión recibida entre el módulo de Young del tatami, E = 0,44 GPa.

En términos de seguridad, considerando los valores máximos disponibles de fuerza en ambos casos (pies en punta y pies estirados), es decir, 3 BW y 7 BW, respectivamente. Podemos evaluar los resultados a la luz del AIS.

	CHILDREN		ADULTS	
	MALES	FEMALES	MALES	FEMALES
MEAN S FEET POINTED	0,014 m²	0,012 m²	0,0167 m²	0,0132 m²
MEAN S FEET STRETCHED	0,022 m²	0,017 m²	0,047 m²	0,029 m²
BSA MEAN DUBOIS	1,5787 m²	1,614 m²	1,9456 m²	1,5242 m²
Category Es. A	1,36977			
Category Es. B	1,53498			
cadets	1,87469	1,59843		
juniors	1,53829	1,62961	1,811481	1,47425
seniors			2,07980	1,57434
MEAN WEIGHT	54,45 Kg	55,5 Kg	78,8 Kg	52,35 Kg
Category Es. A	45			
Category Es. B	54			
cadets	63,5	52,5		
juniors	55,3	58,6	69,52	49,6
seniors			88,08	55
MEAN WEIGHT WITH JUDOJI	55,7 Kg	56,5 Kg	81,3 Kg	54,45 Kg
Category Es. A	46			
Category Es. B	56,1			
cadets	64,6	53,4		
juniors	56,4	58,6	71,8	52
seniors			90.8	56,9
MEAN YEARS all subjects	2001	2001	1995	1997

Tab17 Comparison between children and Adult mean data

children	*Male f.p.s* (m^2)	*Male f.s.s* (m^2)	*Max force Fp 3BW (N)*	*Max force Fs 7BW (N)*	*Mass Kg*	*Stress Fp MPa*	*Stress Fs MPa*	*Compres sion Adimensional* 10^{-3}	
category Es. A	0,010	0,02	1324,35	3090,15	45	0,13	0,15	0,29	0,34
category Es. B	0,014	0,022	1471,51	3433,5	50	0,10	0,15	0,22	0,34
cadets	0,017	0,024	2089,53	4875,57	71	0,12	0,19	0,27	0,43
juniors	0,016	0,021	1656,9	3866,12	56,3	0.1	0,18	0,22	0,4
Medium standard Children	0,014	0,022	1618,65	3776,85	55	0,11	0,17	0,25	0,38
Athletes	*Male f.p.s* (m^2)	*Male f.s.s* (m^2)	*Max force Fp 3BW (N)*	*Max force Fs 7BW (N)*	*Mass Kg*	*Stress Fp MPa*	*Stress Fs MPa*	*Compres sion Adimensional* 10^{-3}	
juniors	0,0158	0,04	2113,07	4930,5	71,8	0,13	0,12	0,29	0,27
seniors	0,0174	0,054	2672,2	6235,2	90,8	0,15	0,11	0,34	0,25
Medium Standard Athletes	0,0167	0,047	2392,6	5582,8	81,3	0,14	0,12	0,31	0,26

Tab 18 Male Children -Athletes results comparison
fps =feet pointed surface; fss = feet stretched surface
Fp= Feet Pointed; Fs = Feet stretched

children	Female f.p.s (m²)	Female f.s.s (m²)	Max force Fp 3BW (N)	Max force Fs 7BW (N)	Mass Kg	Stress Fp MPa	Stress Fs MPa	Compression Adimensional 10^{-3}	
cadets	0,011	0,014	1545	3605,1	52,5	0,14	0,25	0,31	0,57
juniors	0,013	0,020	1724,5	4024	58,6	0.13	0,20	0,29	0,44
Medium standard Child	0,012	0,017	1633,365	3811,185	55,5	0,135	0,22	0,30	0,49
Athletes	Female f.p.s (m²)	Female f.s.s (m²)	Max force Fp 3BW (N)	Max force Fs 7BW (N)	Mass Kg	Stress Fp MPa	Stress Fs MPa	Compression Adimensional 10^{-3}	
juniors	0,0122	0,023	1530,3	3570,8	52	0,12	0,14	0,27	0,34
seniors	0,0142	0,035	1674,5	3907,3	56,9	0,15	0,11	0,26	0,24
Medium Standard Athlete	0,0132	0,029	1602,46	3739,081	54,45	0,12	0,13	0,27	0,29

Tab 19 Female Children -Athletes results comparison
fps =feet pointed surface; fss = feet stretched surface
Fp= Feet Pointed; Fs = Feet stretched

Los valores AIS (0), tanto para niños como para atletas, son siempre negativos. Esto implica un traumatismo extremadamente leve. En este caso, no se produce traumatismo silencioso ni evidente, sino solo una contusión leve. Por lo tanto, podemos afirmar que ambas aplicaciones de la familia Suwari Seoi (pies en punta y pies estirados), si se aplican correctamente, son seguras para todos los judokas, desde niños en dojos hasta atletas de alto nivel en competición, en cuanto a traumatismo repentino. Como se indicó anteriormente, persisten algunas dudas sobre el posible peligro de los movimientos complementarios realizados para perfeccionar la técnica en competición.

11. Discusión

La parte experimental de esta investigación, aplicada a la seguridad de la familia Suwari Seoi frente al trauma inmediato, se llevó a cabo en el Centro Olímpico Italiano “Matteo Pellicone” en Roma con ocho niños de categoría A hasta júnior: 5 hombres y 3 mujeres, y 18 atletas de categoría júnior a sénior: 12 hombres y 6 mujeres.

Se evaluaron dos tipos de lanzamientos Suwari: uno con los pies en punta, en el que Tori se arrodilla profundamente, y otro en el que Tori se coloca en posición de seiza.

El protocolo experimental describió el experimento y el tiempo utilizado para la seguridad (3 días para niños, dos días para atletas). El primer resultado interesante fue que, en los niños, la velocidad de caída de las rodillas disminuyó desde la posición solo hasta el lanzamiento Uke.

Esto significa, en términos de seguridad, que la presencia de un cuerpo durante los lanzamientos reduce la velocidad de caída, lo que hace que el impacto de las rodillas sobre el tatami sea menos riesgoso para la articulación. En adultos, tanto hombres como mujeres muestran el mismo comportamiento interesante. El 60 % de los sujetos redujo la velocidad, el 30 % la aceleró y el 10 % no mostró aumento ni disminución de esta.

Este comportamiento, casi estándar, podría estar relacionado con la habilidad personal de los atletas para realizar esta técnica.

El cálculo específico de la compresión del tatami durante las pruebas, tanto para niños como para atletas, en tatamis con licencia de la IJF estuvieron en un rango de PU de entre 0,88 mm y 2,28 mm.

Dependemos obviamente de la masa y la velocidad involucradas.

Es bien sabido en el mundo de la biomecánica y la ortopedia que la estructura de la rodilla puede absorber parte de la tensión que se mueve hacia adelante y hacia atrás de aproximadamente 5-10 mm [64].

Resulta absurdo incluso si no consideramos la tensión decreciente recibida por las rodillas (aproximadamente un 15-20 % menos de la tensión aplicada al tatami según las leyes de colisión), sino la tensión total recibida por el tatami, teniendo en cuenta las propiedades elásticas de la rodilla, los resultados finales garantizan que, si la técnica se realiza correctamente en un tatami con licencia de la IJF, el impacto recibido tendrá un efecto insignificante con respecto al órgano diana de la rodilla: el ligamento cruzado posterior (LCP).

12. Conclusiones

Incluso considerando la tensión más intensa en las rodillas o rodillas y tibia, que varía de 0,11 MPa a 0,22 MPa, para una rodilla de 12 cm de grosor en el plano sagital, la deformación relativa, considerando el módulo de Young de la tibia de 18,1 GPa [67], produce una compresión muy pequeña, lo que resulta en una tensión insignificante en el ligamento cruzado posterior, capaz de resistir una fuerza de 1500 N [68].

El resultado final, a pesar del reducido número de muestras, garantiza que, si la técnica se realiza correctamente en un tatami con licencia de la FIJ, el impacto recibido tendrá un efecto insignificante con respecto a un traumatismo repentino en el ligamento diana de la rodilla: el ligamento cruzado posterior (LCP).

Un estudio alemán sobre 260 atletas a nivel nacional, que aborda traumatismos relacionados con técnicas, incluyendo las de rodilla [15], muestra que, para el seoi, nuestra estructura objetivo, el ligamento cruzado posterior (LCP) está relacionado con el 0,05%, mientras que el ligamento cruzado anterior (LCA) y la rótula con el 0,15%, y el ligamento colateral medial (LCM) y el ligamento colateral lateral (LCL) con el 0,10%. Por lo tanto, dado que las demás estructuras objetivo de la rodilla están mucho más relacionadas con el seoi que con el LCP, es posible afirmar que la deducción derivada del análisis teórico realizado, que indica que, probablemente, la mayor parte del daño que se produce en los diferentes ligamentos de la rodilla se produce durante los movimientos complementarios, es correcta.

Aunque seguramente se relaciona con el escaso número de muestras y con el supuesto de seguridad sobre las fuerzas de impacto, los resultados experimentales en niños estándar muestran que una tensión ligeramente mayor se asocia con el estilo de los pies estirados hacia la punta: hombres (0,17 frente a 0,11) MPa; mujeres (0,22 frente a 0,13) MPa. En los atletas adultos estándar masculinos, esta tendencia parece revertirse levemente (0,12 frente a 0,14) MPa, mientras que en las atletas adultas estándar femeninas, parece conservarse (0,13 frente a 0,12) MPa.

13. Bibliografía

1. **Hidetoshi Nakanishi** *"Seoi nage". Pag. 9-10 Publisher Ippon Books 1992 ISBN 0-9518455-4-3*
2. **Toshiro Daigo** *"Kodokan Judo Throwing techniques" page 24 Kodansha International 2005 ISBN 4 -7700-2330-8*
3. **Kazuzo Kudo** *"Dynamic Judo Throwing techniques" page. 220 Japan Publication Trading Co, Ltd 1966 LCC card number 66-21211*
4. **Gunji Koizumi** *" My study of judo" page 51 Sterling publishing Co. Inc. 1960 LCC card number 61-15858*
5. **Thierry Paillard**; "*Optimization de la Performance Sportive en Judo". De boeck , 2010, ISBN-13: 978-1-4612-8733-9*
6. **Siliski** *"Traumatic knee disorders" Springer 1994 ISBN-978-2-8041-0783-3*
7. **Fowler PJ, Messieh SS.** *"Isolated posterior cruciate ligament injuries in athletes". Am J Sports Med. 1987; 15:553-557.*
8. **Rich and Coworkers** *"Forensic Medicine Of The Lower Extremity Human Identification And Trauma Analysis Of The Thigh, Leg, And Foot " Humana Press 2005 ISBN 1-58829-269-X*
9. **Koshida and Coworkers** *"The common mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in judo: a retrospective analysis" Br J Sports Med 2010 44: 856-861 originally published online November 28, 2008.*
10. **Han and Coworkers** *"Gender Differences in Lower Extremity Kinematics During High Range of Motion Activities Journal of Medical Imaging and Health Informatics Vol. 4, 272–276, 2014*
11. **Murray and Coworkers** *"The ACL Handbook" Springer 2013 ISBN 978-1-4614-0759-1*
12. **Carretero & Lopez Elvira** *:" Impacto producido por la tecnica Seoi Otoshi . Relacion con anos de practica y grado de judo" RAMA vol.9 , 2014 .*
13. **C. Torres** Thesis Doctoral **"** *El Seoi-Nage De Rodillas Incorrecta Para La Enseñanza En Niños Y Adolescenetcecsió. Sne Toéic-Nnaicgae De Pie Técnica De Elección" Universidad Las Palmas de gran Canaria 2015*
14. **Barsottini & coworkers** *"Relationship between techniques and injuries among judo practitioners" Rev Bras Med Esporte _ Vol. 12, Nº 1 – Jan/Fev, 2006*
15. **Prill & Alfuth** *"the influence of the special throwing techniques on the prevalence of knee joint injuries " Archives of Budo September 2014*
16. **Handler & coworkers "***Technical-tactical preparation of Austrian judoka at the Austrian national championships and the number of associated injuries" preprint DOI 10.17605/OSF.IO/Q23TV*
17. **Du Bois D, Du Bois EF** *"A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known". Archives of Internal Medicine.* ***17*** *(6): 863–71, Jun 1916.*
18. **Sacripanti "***The road to Ippon" Zagreb 2015 https://arxiv.org/abs/1506.01812;*
19. **Calderon, Gil;** *"Experimentos con objectos que caen con aeleration major que g" Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol. 5, No. 2, June 2011*
20. **Erman;***" Faster than Gravity" Seminar Ljiublijana 2007 http://mafija.fmf.uni-lj.si/seminar/files/2007_2008/Faster_than_gravity.pdf;*
21. **Vareschi, Kamiya** *"Toy models for the falling chimney" https://arxiv.org/pdf/physics/0210033.pdf;*
22. ***Laurent Blais,*** *Thesis* **"***Analyse objective de deux techniques de projection en judo : seoi ¨nage et uchi mata de la réalité mécanique aux applications pédagogiques". Poitiers University 2004*
23. ***L. Blais, Trilles, Lacoture*** *Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (Morote Seoï Nage) Journal of Sports science 2007*
24. **Ishii and Ae** : *"Biomechanical factor of effective Seoi Nage in Judo" Doctoral program in Physical Education Fitness and Sport Science Tsukuba Japan 2014*
25. **Ishii and Coworkers:** *"Front turn movement in Seoi Nage of elite Judo Athletes" 30 annual conference of Biomechanics in sport Melbourne 2012*
26. **Ishii and Coworkers:** *The Centre Of Mass Kinematics For Elite Women Judo Athletes In Seot-Nage " 34 annual conference of Biomechanics in sport Tsukuba Japan 2016*
27. **Ishii and Ae***: Comparison Of Kinetics Of The Leg Joints In Seoi-Nage Between Elite And College Judo Athletes " 33 annual conference of Biomechanics in sport Poitiers France 2015*

28. **Ishii and Coworkers:** *Comparison Of Angular Factors To Determine Quickness In Seoi-Nage Between Elite And College Judo Athletes 2011*
29. **M. Ikai & Y. Matsumoto***: "The Kinetic of judo" Bulletin of the Association for the scientific studies on judo, Kodokan report I 1958 Tokyo, Japan.*
30. **Hassmann and coworkers***: "Judo performance test using a pulling force device simulating a Seoi Nage throws" journal of martial art anthropology N° 3, 2011*
31. **Lopes Melo and Coworkers** *: "Cinematica da variacao angular de tronco, quadril e johelo do atacante na tecnica Seoi Nage no Judo" Universidad. de Santa Catarina Florianopolis Brazil 2004*
32. **Franchini and coworkers***: "Energy expenditure in different judo throwing techniques" Proceeding of first joint international pre-olympic conference of sports science and sports engineering Nanjing China 2008*
33. **Ibrahim Fawzi Mustafa***, "Force impulse of body parts as function for prediction of total impulse and performance point of Ippon Seoi Nage skill in judo" World Journal of Sport science N° 3 , 2010*
34. **Blais, Trilles.** *"Analyse méchanique comparative d'une meme projection de Judo: Seoi Nage, realisée par cinq experts de la Fédération Francaise de Judo". Science et Motricité N°51, 2004*
35. **Blais, Trilles, Lacoture** *: "Détermination des forces de traction lors de l'exécution de Morote Seoï Nage réalisée par 2 experts avec l'ergomètre de Mayeur et un partenaire " Journal of Sport Science 2007*
36. **Thiers and Coworkers***: "Sport analysis using Shimmer ™ sensors" German Journal for young researchers 2012*
37. **Sacripanti and Coworkers***: "Infrared Thermography-Calorimetric Quantitation of Energy Expenditure in Biomechanically Different Types of Jūdō Throwing Techniques. A Pilot Study"***.** *Annals of Sport medicine and researches 2015*
38. ***Aoki and Coworkers****: "Biomechanical analysis of Seoi Nage in judo throwing techniques" In Japanese 1986*
39. **Ji Tae & Seong- Gyu***:" A kinematic analysis of Morote Seoi Nage according to the Kumi Kata types in Judo" Korean Journal of Sport Biomechanics Vol 16 N°2 2006*
40. **Chwala, Ambrozy, Sterkowicz***: "Tridimensional analysis of the jujitsu competitors motion during the performance of the Ippon Seoi Nage throw" Archive of Budo science of martial art and extreme sports N°9 2013*
41. **Peixoto, Monteiro***: "Structural Analysis And Energetic Comparison Between Two Throwing Tecniques Uchi-Mata Vs Ippon-Seoi-Nage"***.** *3 rd European Science of Judo Symposium - 26 April 2012 Chelyabinsk*
42. **Gutierrez- Santiago & Coworkers***: " Sequence of error in the Judo Throw Morote Seoi Nage and their relationship to the learning process" Journal of Sport Engineering and technologies 2013*
43. **Imamura and Coworkers:** *"A three-dimensional analysis of the centre of mass for three different judo throwing techniques" Journal of Sport Science and Medicine2006*
44. **Gaskell and Laughlin** *"Introduction to the Thermodynamics of Materials" CRC Press 2018 ISBN 9781498757003*
45. **Ionescu M**. *Chemistry and Technology of Polyols for Polyurethanes, 2nd Edition Volume I&II Smithers Rapra Publisher 2016* ***ISBN: 978-1-91024-213-1***
46. **Mane & coworkers** *Mechanical Property Evaluation of Polyurethane Foam under quasi-static and Dynamic Strain Rates- An Experimental Study Procedia Engineering 173 (2017) 726 – 73*
47. **Bradley & Sullivan** *Thermal Expansion of Polyurethane Foam 43rd Annual Technical Meeting of the Society of Engineering Science The Pennsylvania State University August 2006*
48. **Sychev** *Complex Thermodynamic Systems (Studies in Soviet Science) Consultant bureau New York 1973*
49. **Jou and Coworker** *"Extended Irreversible Thermodynamics" Springer 2010 ISBN 978-90-481-3073-3*
50. **Sacripanti** *" A Seoi survey for coaches and teachers"* **https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1506/1506.01372.pdf**
51. **Sacripanti** *"Judo Biomechanical Science for IJF Academy" In Print 2018*
52. **Hirokawa & Fukunaga** *" Knee Joint Forces when rising from kneeling positions" Journal of Biomechanical science and engineering Vol 8 N 1 -2013*
53. **Fukunaga & Morimoto** *"Calculation of the knee joint force at deep squatting and kneeling" Journal of Biomechanical science and engineering Vol 10 N 4 -2015*
54. **Nagura & Coworkers** *"Mechanical loads at the knee joint during deep flexion" Journal of Orthopaedic Research 20; 881- 886; - 2002*

55. **Bisciotti and Coworkers** *"Analisi delle caratteristiche elastiche dell'unità muscolo tendinea e delle capacità di equilibrio di due diverse tipologie atletiche" Medicina dello Sport , 53-2-200*
56. Lévesque "Law of cooling, heat conduction and Stefan-Boltzmann radiation laws fitted to experimental data for bones irradiated by CO_2 laser" Biomed Opt Express. 2014 Mar 1; 5(3): 701–712.
57. **Latif** *"Heat Conduction" Springer 2009 ISBN 978-3-642-01266-2*
58. **Quesada** *"Application of infrared thermography in Sport Science" Springer 2017 ISBN 978-3-319-47409-0*
59. **Sacripanti & coworkers** *"Infrared Thermography- Calorimetric Quantitation of Energy Expenditure in Biomechanically Different Types of Jūdō Throwing Techniques. A Pilot Study" Annals of Sport Medicine and Research 2015*
60. Springs http://www.edutecnica.it/meccanica/molla/molla.htm,
61. **Thierry Loison** *"Personal Communication 03-28-2018"*
62. **Costeff H**, *"A simple empirical formula for calculating approximate surface area in children.," Arch Dis Child, vol. 41, no. 220, pp. 681–683, Dec. 1966.*
63. **Sacripanti, De Blasis** *"Safety for Judo children: Methodology and Results", June 2017 https://arxiv.org/abs/1706.05627*
64. Purvi SD Patel **and Coworkers** *"Compressive properties of commercially available polyurethane foams as mechanical models for osteoporotic human cancellous bone"* 2012 *https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2575212/*
65. **Lee** *"Biomechanics of Hyperflexion and Kneeling before and after Total Knee Arthroplasty"2014 https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4040370/*
66. **Yoshitaka, Y.,** *JUDO waza no daihyakka (Encyclopaedia of JUDO techniques) (in Japanese). Vol. 1 Baseball Magazine sha,. (2015) ISBN978-4-583-10794-3.*
67. **AAVV** *" Materiali Biologici" La Sapienza University 2010 http://dma.ing.uniroma1.it/users/scicostr_c1/RdBM_Cap_4.pdf*
68. A. Race & A. Amis "The mechanical properties of the two bundles of the human posterior cruciate ligaments" Journal of Biomechanics Vol. 27. No. I. pp 13 24, 1994


Attilio Sacripanti, físico nuclear (Nápoles, 1947), VII° Dan, es autor de 162 artículos científicos, 284 citas internacionales, 23 libros y ocho patentes industriales. Presidente y Director General del Proyecto SITI italiano (14 millones de euros).
En 1988, escribió el primer libro completo sobre biomecánica del judo en italiano. La segunda edición, «Avances en la investigación de la biomecánica del judo», se publicó en 2010 y esta edición especial, «Ciencia biomecánica del judo para la Academia de la FIJ», se publicó como libro de texto para la Academia de la FIJ en 2021.
Fue Comisionado de la Comisión de Conocimiento del Judo y consultor científico de la Comisión Didáctica de la Unión Europea de Judo de 2009 a 2016.
Es miembro honorario vitalicio de la Federación de Judo de Malta y de la Federación de Judo de San Marino. Exdirector de Investigación de ENEA, también fue profesor en la Universidad de Roma "Tor Vergata", con las Cátedras de Biomecánica del Deporte y Deportes Paralímpicos, de 2000 a 2010. Organizador, tutor científico y responsable del Máster Internacional de Posgrado de Primer Nivel "Enseñanza y Entrenamiento de Judo" con certificación ISO 9001, de la EJU, la FIJLKAM y la Universidad de "Tor Vergata" Roma, en representación del Consejo de Lazio, de 2008 a 2011. Excomisionado de la Comisión Científica de la EJU. Actualmente, es Consultor Sénior de Biomecánica en la Academia de la IJF y Consultor Científico Sénior Federal de la Federación de Judo de San Marino.
978-99957-1-518-2
IJF
ACADEMY